

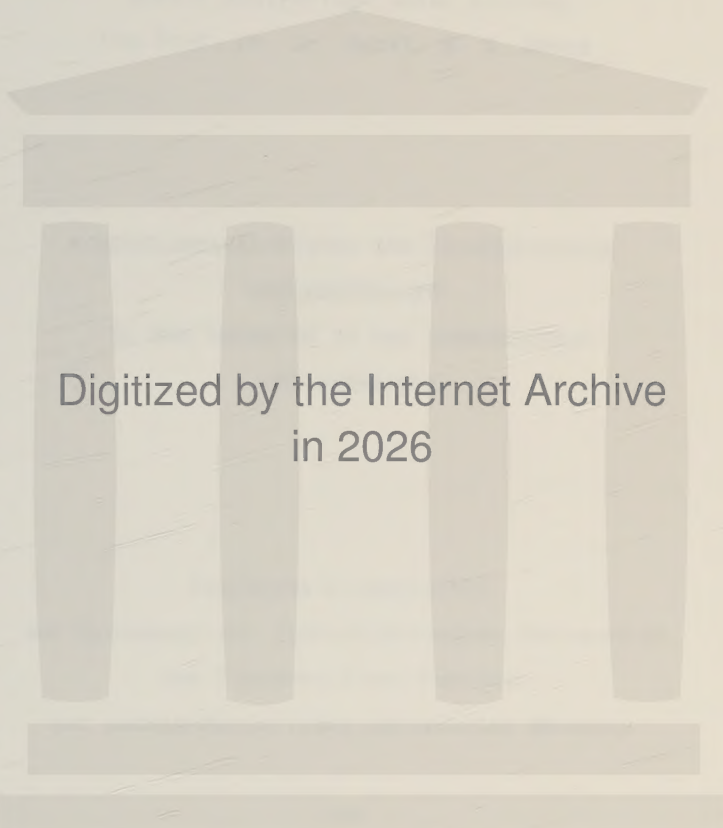
KORROSIONSANATOMISCHE
UND TOPOGRAPHISCHE
UNTERSUCHUNGEN ZU DEN ARTERIEN
IN DER SCHÄDELHÖHLE
DES SCHWEINES

Ingrid Egelkraut

Disbui. München

1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554827_0056

Aus dem Institut für Tieranatomie
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Lehrstuhl: Prof. Dr. B. Vollmerhaus

Arbeit angefertigt unter Leitung
von Prof. Dr. Dr. habil. H. E. König

KORROSIONSANATOMISCHE UND TOPOGRAPHISCHE
UNTERSUCHUNGEN
ZU DEN ARTERIEN IN DER SCHÄDELHÖHLE
DES SCHWEINES

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Ingrid Egelkraut
aus
Oberkottzau

München 1987

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Zucker
Referent: Prof. Dr. Dr.habil. H.E. König
Korreferent: Prof. Dr. Dr.habil. U. Matis

Tag der Promotion: 24. Juli 1987

Meinen Eltern

in

Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Literatur	2
Material und Methodik	5
Eigene Untersuchungen	8
I. Zuflüsse zum Circulus arteriosus	8
1. A. carotis interna	8
2. Rete mirabile epidurale rostrale	9
3. A. carotis cerebialis	12
4. A. vertebralis	12
5. A. occipitalis	13
6. Rete mirabile epidurale caudale	15
7. A. basilaris	19
8. Circulus arteriosus cerebri	19
II. Arterienversorgung der Meningen	25
1. A. meningea rostralis	25
2. Rr. meningei der A. ethmoidalis interna	26
3. A. meningea media	26
4. A. meningea caudalis	28
5. A. condylaris	29
III. Arterienversorgung des Gehirns	32
1. A. cerebri rostralis	32
2. A. corporis callosi	33
3. A. ethmoidalis interna	37
4. A. cerebri media	38
5. A. chorioidea rostralis	44

6. Aa. hypophyseales	45
7. A. ophthalmica interna	47
8. A. cerebri caudalis	48
9. R. mesencephalicus	49
10. A. cerebelli rostralis	50
11. A. cerebelli caudalis	53
12. Rr. ad pontem et medullam	58
Diskussion	64
Zusammenfassung	74
Summary	75
Literaturverzeichnis	76

Verwendete Abkürzungen

A. = Arteria

V. = Vena

R. = Ramus

N. = Nervus

Der Plural wird durch Verdoppelung des
letzten Buchstabens gekennzeichnet.

Einleitung

Es ist bekannt, daß im Gehirn auch eine kurzfristige Unterbrechung des Blutflusses zu gravierenden Schäden führt. Die arteriellen Versorgungsgebiete reagieren dabei weitaus empfindlicher als die venösen. Die sogenannten Endstromgebiete sind hierbei besonders betroffen, da zwischen den einzelnen Arterien keine Anastomosen vorhanden sind. Der Verschuß einer Arterie führt zum Infarkt, dessen Größe von verschiedenen Parametern wie Lokalisation des Gefäßverschlusses und Versorgungsgebiet der betroffenen Arterie beeinflusst wird. Meist liegt diesem eine arteriosklerotische Veränderung zugrunde, seltener ein Thrombus oder Embolus (KOLTOWER / MORGUNOW, 1974). Da die Arteriosklerose der Hirngefäße unabhängig von der Sklerose der anderen Gefäße verlaufen kann (ARENDT, 1974), ist es nicht erstaunlich, daß bereits bei wenigen Wochen alten Kälbern solche Veränderungen auftreten (UEHARA et al., 1978).

Um Aufschluß über die zerebralen Erkrankungen beim Menschen zu erhalten, wird oft auf das Tierexperiment zurückgegriffen. Man kann jedoch Ausfallerscheinungen des Zentralnervensystems nur interpretieren, wenn die genauen Vaskularisationsgebiete bekannt sind. Diese sind beim Schwein noch nicht beschrieben und sollen in der vorliegenden Arbeit dargestellt werden.

Literatur

Ausführliche Arbeiten über den Verlauf der Blutgefäße in der Schädelhöhle wurden bereits um die Jahrhundertwende von TANDLER (1899) und HOFMANN (1900) verfaßt. Sie beschreiben die Kopfarterien bei den Säugetieren bzw. die Gehirn- und Rückenmarksarterien bei den Wirbeltieren. SZAKALL (1900) untersucht die Gehirnarterien der Haustiere, JENKE (1919) vergleicht sie mit denen des Menschen. In der Folgezeit sind zahlreiche tierart-spezifische Untersuchungen durchgeführt worden. Die Gehirnarterien beim Hund bearbeiten BRÜCKNER (1909) und HABERMEHL (1973). Die Verhältnisse bei der Katze untersuchen HURLIMANN (1912) und KLEIN (1979). Weitere Arbeiten zum Fleischfresser stammen von GILLILAN (1976) und BUGGE (1978). Mit der Vaskularisation des Gehirns beim Pferd befassen sich RUEDI (1922) und BARONE / SCHAFER (1954). Veröffentlichungen über die Kopfgefäße beim Wiederkäuer liegen von CANOVA (1909), SCHMIDT (1910), HEESCHEN (1958), SCHWARZ (1959), NICKEL / SCHWARZ (1963) und GODYNICKI (1972) vor, wobei die der Schädelhöhle nur kurz erwähnt werden. Zusammenfassend stellen LÄNGLE (1973) bei der Ziege und LEYHE (1975) beim Schaf die Arterien und Venen des Gehirns dar. KÖNIG (1979) beschreibt die Blutgefäße in der Schädelhöhle bei Rind, Schaf und Ziege einschließlich ihrer Entwicklung. Mit den Blutgefäßen im Gehirn von Tieren, die als Versuchstiere Verwendung

finden. befassen sich verschiedene Autoren. So stellt diese FIRBAS et al. (1973) bei Ratte, Maus und Goldhamster dar, MERTENS (1979) bei der Ratte, MEIER (1983) beim Kaninchen, KUNZEL (1985) beim Gerbil und MAUER (1986) beim Meerschweinchen.

Untersuchungen über die Blutgefäße am Kopf des Schweines wurden von DIWO / ROTH (1913), POPESKO / STRYHAL (1959), BECKER (1960), BEHRENDT (1966) und HOLTERMANN (1975) durchgeführt, wobei die arterielle Versorgung des Gehirns entweder nicht untersucht oder lediglich am Rande erwähnt wurde.

Die Vaskularisation der Hypophyse wird von CUMMINGS / HABEL (1965), PASTEA / PASTEA (1968) und VITUMS (1975) beschrieben. FAZZARI (1929) untersucht die Arterien des Kleinhirns, LIERSE (1963) die Gefäße des Archipallium. DAVIS et al. (1973) befassen sich mit dem Plexus chorioideus beim Schwein, während NANDA / GETTY (1972) das Vorkommen von Klappen in den Gehirnarterien diskutieren.

Die Wundernetze im Kopfbereich sind bereits mehrfach beschrieben worden. Nach PLATZER (1973) kommen sie bei Säugetieren unterschiedlicher Ordnungen vor und sind keine Eigenheit von höher entwickelten Säugern. TANDLER (1906) berichtet über ihre Entwicklung am Beispiel des Schweines. Umfassende anatomische Untersuchungen (DANIEL et al., 1953; FLECHSIG / ZINTZSCH, 1969; GILLILAN, 1974; BAMEL et al., 1975; McGRATH, 1977; SCHWARZ et al., 1978; UEHARA et al., 1978; ANDERSON / ANDERSON, 1980; GHOSHAL / KHAMAS,



1985) werden von Überlegungen zu ihrer Funktion (BAKER / HAYWARD, 1968; EDELMANN et al., 1972; BAKER, 1979; 1981; KHAMAS / GHOSHAL, 1982; SCHRAMM, 1982; KHAMAS et al., 1984) ergänzt.

Auch mit der A. carotis interna befassen sich einige Autoren eingehender. So ist neben gezielten Fragestellungen (FUCHS, 1925; PRESLEY, 1979) der Verlauf der A. carotis interna von Interesse (RUEDI, 1922; McCLURE / DELLMANN, 1965; GODYNICKI / FRACKOWIAK, 1982; PASTEA et al., 1984; SIMOENS et al., 1984; 1985). In diesen Veröffentlichungen wird die Frage diskutiert, ob die A. carotis interna beim Schwein postnatal bestehen bleibt. WISSDORF (1970) beschreibt die Gefäßversorgung der Wirbelsäule und des Rückenmarkes beim Hausschwein. Eine zusammenfassende Darstellung der Arterien in der Schädelhöhle beim Schwein liegt jedoch bisher nicht vor.

Material und Methodik

Als Untersuchungsmaterial für vorliegende Arbeit dienten 20 Schweine im Alter von einer Woche bis zu 8 Monaten. Davon waren 8 Tiere weiblichen und 12 männlichen Geschlechts. Sie wurden aus verschiedenen Notwendigkeiten euthanasiert. Die Gefäßpräparate wurden in Korrosionstechnik (18 Präparate) oder in Tusche - Gelatine Injektionstechnik (2 Präparate) hergestellt.

Zur Herstellung der Tusche - Gelatine Präparate kam ein Gemisch aus 60% Wasser, 35% Gelatine und 5% schwarzer Tusche zur Anwendung. Vor der Injektion wurde die Lösung, die am Vortag angesetzt wurde, im Wasserbad erhitzt bis sie sich vollständig verflüssigte. Im Anschluß daran konnte sie bei einer Temperatur von 30 - 40°C über die A. carotis communis injiziert werden. Für diese Technik wurden frische, noch körperwarmer Präparate verwendet. Dazu wurde in beide Arterien eine Knopfkanüle eingebunden und die V. jugularis einer Seite eröffnet. Mit körperwarmer physiologischer Kochsalzlösung wurde solange vorgespült bis aus den eröffneten Gefäßen keine Blutreste mehr austraten. Die Injektion erfolgte zügig. Sobald das Injektionsmittel aus der gegenüberliegenden Arterie floß, wurde diese abgebunden und weiter injiziert, bis ein optimaler Innendruck erreicht war. Anschließend wurde das Präparat ein bis zwei Tage im Kühlschrank bei 8°C gelagert. Der Kopf wurde dann im Bereich des 2. oder 3.

Halswirbels abgesetzt und ein Teil der Schädeldecke entfernt, möglichst ohne die Dura mater zu verletzen. Das Präparat wurde anschließend 4 bis 8 Wochen in 4%igem Formalin fixiert. Nach dieser Zeit konnte das Gehirn zusammen mit der Dura mater aus der Schädelkapsel entnommen werden.

Bei 15 Tieren diente Tensol - Zement (BUGGE, 1963) als Injektionsmasse. Die Füllung der Arterien erfolgte über die A. carotis communis. Hierzu wurde in beide Arterien eine Knopfkanüle eingebunden. Die Injektion wurde mit einer 10ml Plastikspritze durchgeführt, wobei der Injektionsdruck von Hand dosiert wurde. Zur Füllung der Arterien wurden je nach Größe des Präparates 10 - 30 ml Injektionsmasse benötigt. Die Injektionszeit betrug ca. 30 Minuten. Zu beachten ist hierbei, daß mehrmals Pausen eingelegt wurden um eine gleichmäßige Verteilung der Plastikmasse zu ermöglichen. Nach Erhärten der Injektionsmasse wurde der Kopf im Bereich des 2. oder 3. Halswirbels abgesetzt und in 30%iger Kalilauge bei 50°C korrodiert. Dieser Vorgang dauerte je nach Größe des Präparates ein bis zwei Tage. Die Reinigung der Gefäßbäume erfolgte durch vorsichtiges Waschen in warmem Wasser. Nach der Trocknung erwiesen sich die Knochen als porös und brüchig und konnten während der Untersuchung leicht entfernt werden ohne die Gefäße zu beschädigen. Die Skeletteile dienten aber der topographischen Zuordnung der Gefäße.

Für ein Präparat wurde als Injektionsmasse Plastoid verwendet. Die Methode ist von SCHUMMER (1935; 1951) beschrieben. Die Injektion erfolgte nach vorheriger Spülung mit physiologischer Kochsalzlösung. Zur Polymerisation der Plastikmasse mußte das Präparat für einige Tage in 2 - 3%ige Formalinlösung bei 45°C gelegt werden. Die Korrosion erfolgte in 30%iger Kalilauge bei 45°C.

Zwei Tiere wurden nach der Methode nach AMSELGRUBER / KÖNIG (1986) über die A. carotis communis injiziert. Die Plastikmasse erhärtet nach ca. 10 Minuten. Die Präparate wurden anschließend in 15%iger Salzsäure korrodiert.

Eigene Untersuchungen

I. Zuflüsse zum Circulus arteriosus

1. A. carotis interna

Proximal vom Processus paracondylaris des Os occipitale zweigt aus der dorsalen Wand der A. carotis communis der gemeinsame Stamm für die A. carotis interna und A. occipitalis ab. Er zieht schräg nach dorsorostral und ist dabei leicht nach medial geneigt. Nach wenigen Millimetern, auf beiden Seiten meist in unterschiedlicher Höhe, teilt sich dieser in einen nach dorsal gerichteten schwächeren Ast, die A. occipitalis, und in die A. carotis interna. Letztere behält die rostromediale Richtung bei und gibt nach kurzer Strecke die A. condylaris nach dorsal ab. Die A. carotis interna gelangt an die mediale Fläche des Tympanikums und liegt diesem auf ihrem Weg zum Foramen lacerum eng an. In einem Fall teilt sie sich auf einer Seite in zwei Äste. Diese laufen parallel, wobei sie untereinander liegen. Sie vereinigen sich nach kurzer Strecke wieder. Außerhalb der Schädelhöhle an der Ventralfläche des Os occipitale löst sich die A. carotis interna in ein Wundernetz auf, das das Foramen lacerum vollständig ausfüllt.

2. Rete mirabile epidurale rostrale

Das rostrale Wundernetz ist ein Gebilde der A. carotis interna. Es liegt im Bereich des Foramen lacerum. Ungefähr ein Drittel davon befindet sich außerhalb der Schädelhöhle, während zwei Drittel intrakraniell zu liegen kommen. Das Rete bedeckt die Sella turcica vollständig. Zur Bildung des Wundernetzes kommt es, indem sich die A. carotis interna in Höhe der Synchondrosis spheno-occipitalis in mehrere Äste aufteilt, die sich wiederum verzweigen und miteinander verbinden. Die Gefäße behalten größtenteils die Richtung der A. carotis interna bei und ziehen durch das Foramen lacerum in die Schädelhöhle. Extrakraniell ist das Wundernetz grobmaschig, die Äste im Verhältnis zum intrakraniellen Teil kräftig. Nach Durchtritt durch das Foramen lacerum wird das Netz feinmaschiger. Die meisten Reteäste ziehen nach rostral, lediglich ein Teil von ihnen biegt nach medial um und verbindet sich kaudal der Hypophyse mit denen der anderen Seite. Das Rete mirabile umschließt dabei die Hypophyse von kaudal, lateral und ventral. Aus dem Wundernetz geht an seinem rostralen Pol die A. carotis cerebialis hervor. Sie wird seitlich der Hypophyse im Wundernetz sichtbar und nimmt hier noch zahlreiche Äste auf. Nach Verlassen des Wundernetzes zieht sie nach rostrorodorsal. Über der Sattellehne verbindet eine feine Arterie die Seitenteile. Sie verzweigt sich nach rostral und kaudal und versorgt hier die Meningen. Außerhalb der Schädelhöhle besteht

keine Verbindung zwischen beiden Teilen des Rete mirabile.

Das Wundernetz steht mit dem Rete chiasmaticum beidseits in Verbindung. Die feinen Verbindungsäste ziehen vom rostralen Ende lateral der A. carotis cerebialis durch das Foramen orbitorotundum und münden ins Rete chiasmaticum. Sie können sowohl ein- als auch beidseitig doppelt ausgebildet sein. In ihrem Verlauf verzweigen sie sich und nehmen untereinander Verbindung auf.

Den Hauptzufluß zum Rete mirabile epidurale rostrale stellt die A. carotis interna dar. Weitere Zuflüsse kommen über die A. ophthalmica externa, die A. maxillaris und die A. meningea media. Der Anteil letzterer an der Blutzufuhr ist jedoch geringer.

Die Reteäste der A. meningea media gelangen von lateral an das Wundernetz. Ihre Anzahl schwankt von 1 - 3. Auch ihr Ursprung ist sehr variabel. Sie gehen meist beim Durchtritt des Stammgefäßes durch die Incisura spinosa des Foramen lacerum oder in der Schädelhöhle ab und laufen mehr oder weniger geschlängelt zum Rete. Auf diesem Weg gehen sie meist untereinander und mit den Rami ad Rete aus der A. maxillaris Verbindungen ein. Manchmal münden sie auch gemeinsam mit den Rami ad Rete mirabile der A. maxillaris. Zusätzlich zu den oben erwähnten Ästen treten Reteäste auf, die kurz nach dem Ursprung der A. meningea media aus dieser abzweigen. Sie verlaufen medial der mittleren Meningealarterie in die Schädelhöhle und

gelangen von lateral an das Wundernetz. Diese Äste treten nur auf, wenn die Rami ad Rete aus der A. maxillaris fehlen.

Die Reteäste der A. maxillaris entspringen ca. 5 mm distal der A. meningea media aus der A. maxillaris. Sie beschreiben einen Bogen über ventral nach medial und ziehen zur Incisura spinosa des Foramen lacerum. Durch dieses gelangen sie in die Schädelhöhle, wo sie an der Lateralfäche des Rete enden. Sie verlaufen medial der A. meningea media. Diese Reteäste fehlen in zwei von 16 Fällen beidseits und bei drei Präparaten einseitig.

Der Ramus aus der A. ophthalmica externa gelangt durch das Foramen orbitototundum in die Schädelhöhle und endet am rostralen Pol des Wundernetzes lateral des Abgangs der A. carotis cerebialis. Die Reteäste sind meist asymmetrisch angeordnet. Ein Ramus teilt sich dabei in mehrere Äste, die dicht nebeneinander ins Rete münden. Oder aber es entspringt weiter proximal aus der A. ophthalmica externa noch ein feines Gefäß, das ventral vom Reteast verläuft und ins Rete eintritt. Auch diese Rami ad Rete sind unterschiedlich stark geschlängelt.

Das rostrale Wundernetz weist im Gegensatz zum Rind keine Verbindung zum Rete mirabile epidurale caudale auf, das im Übergangsgebiet zwischen Os occipitale und Atlas liegt.

3. A. carotis cereбрalis

Die A. carotis cereбрalis ist ein starkes Gefäß, das aus dem rostralen Pol des Rete mirabile epidurale rostrale entsteht. Kurz nach ihrem Ursprung entläßt sie nach rostral einen feinen Ast, die A. ophthalmica interna, zum Chiasma opticum. Die A. carotis cereбрalis zieht nach rostrodorsal und durchbohrt die Dura mater encephali. Nach medial gibt sie die Hypophysenarterien ab. An der Basalfläche des Gehirns teilt sie sich seitlich der Hypophyse in die starke A. cereбri rostralis und die schwächere A. communicans caudalis, die den Circulus arteriosus cereбri bilden.

Die A. carotis cereбрalis wird in der N.A.V. (1983) als Teil der A. carotis interna bezeichnet.

4. A. verteбрalis

Die A. verteбрalis zieht im Canalis transversarius rostralwärts und gibt am Corpus des Axis drei Äste ab. Der laterale und schwächste Ast gelangt zur Fossa atlantis, wo er mit der A. occipitalis anastomosiert. Die anderen beiden Rami streben dorsalwärts und vaskularisieren die Halsmuskulatur. Bei einem Präparat verbindet sich einer dieser Äste auf einer Seite im Foramen alare mit der A. occipitalis. Die A. verteбрalis selbst gelangt durch das Foramen verteбрale laterale des Axis in den Wirbelkanal. Dort verläuft sie leicht geschlängelt bis an das Rostralende des Atlas, wo sie sich mit Ästen der

A. occipitalis verbindet. Während ihres Verlaufes im Wirbelkanal gibt die A. vertebralis feine Rami nach dorsal und ventral ab. Diese verbinden sich in der Medianen mit den entsprechenden Ästen der gegenüberliegenden Seite. Sie versorgen die Rückenmarkshüllen im Bereich des ersten Halswirbels. Zusammen mit Ästen der A. occipitalis und A. condylaris bildet die A. vertebralis an der Grenze zwischen Atlas und Os occipitale das Rete mirabile epidurale caudale. Die A. vertebralis teilt sich dabei am Vorderrand des Atlas in zwei oder manchmal auch mehrere Äste. Diese nehmen untereinander und mit den durch das Foramen vertebrale laterale des Atlas in den Wirbelkanal tretenden Rami der A. occipitalis Verbindung auf. Die Aufzweigung der A. vertebralis erfolgt in drei von 16 Fällen bereits kurz nach ihrem Eintritt in den Wirbelkanal an der Grenze zwischen Axis und Atlas. Ihre Äste laufen eng nebeneinander nach rostral und berühren sich mehrfach. Gelegentlich verschmelzen die Zweige wieder zu einer einheitlichen Arterie. Sie können aber auch getrennt bleiben und beteiligen sich an der Bildung des kaudalen Wundernetzes.

5. A. occipitalis

Gemeinsam mit der A. carotis interna entspringt die A. occipitalis aus der A. carotis communis. Der gemeinsame Stamm ist 3 - 5 mm lang. Die A. occipitalis zieht leicht kaudal gerichtet nach dorsal zum Foramen alare des Atlas.

Kurz nach der Teilung des gemeinsamen Stammes gibt die Hinterhauptsarterie in der Regel die A. meningea caudalis ab. Deren Ursprung ist allerdings variabel. Sie kann auch aus der A. carotis interna oder der A. condylaris abgehen. Außerdem zweigen aus der A. occipitalis einige Äste ab, die die benachbarten Muskeln versorgen. Auch die A. condylaris entspringt in 4 von 16 Fällen aus der Hinterhauptsarterie. Ein dünner Verbindungsast mit der A. vertebralis zieht aus der A. occipitalis von der Fossa atlantis nach kaudal, wo er im Foramen transversarium des Axis in die Wirbelarterie mündet.

Im Foramen alare entläßt die A. occipitalis kurz hintereinander zwei Äste nach medial. Der proximale Ast läuft parallel zum Stammgefäß und biegt auf Höhe des Abgangs des distalen Astes nach medial. Beide Rami gelangen durch das Foramen vertebrale laterale des Atlas in den Wirbelkanal. Im Übergangsgebiet des Atlas und Hinterhauptsbeines bilden sie zusammen mit der A. condylaris und der A. vertebralis das kaudale Wundernetz. Die A. occipitalis zieht durch das Foramen alare weiter und verzweigt sich in der Nackenmuskulatur.

Die Aufteilung der A. occipitalis erfolgt in der Regel symmetrisch. In einem Fall von 16 war die A. occipitalis jedoch rechts bedeutend schwächer ausgebildet als links. Auf der linken Seite teilte sie sich wie oben beschrieben auf, während sie rechts bereits lateral des Atlas in der Muskulatur endete. Die fehlenden Äste wurden von der

A. vertebralis übernommen. Ihr R. anastomoticus cum a. occipitalis war relativ stark und gab in der Fossa atlantis einen Muskelast nach dorsal ab. Ein Ast der A. vertebralis zog dorsal des Atlas zum Foramen alare, verband sich mit dem R. anastomoticus und gab zwei Äste in den Wirbelkanal ab. Diese bildeten mit der A. condylaris das Rete mirabile epidurale caudale. Der Hauptast lief nach dorsal weiter und versorgte die Nackenmuskulatur.

6. Rete mirabile epidurale caudale

Das kaudale Wundernetz liegt lateral an der Grenze zwischen Atlas und Os occipitale. Es wird wie oben bereits angedeutet von den beiden Ästen der A. occipitalis, der A. vertebralis und der A. condylaris gebildet. Das Rete besitzt einen Durchmesser von ca. 5 mm und hat Knäuelform. Der proximale Ast der A. occipitalis zieht stark gewunden durch das Wundernetz. Er ist kräftiger als die anderen am Rete mirabile beteiligten Rami. Der distale Ast der A. occipitalis teilt sich im Bereich des Gefäßknäuels auf, seine Zweige verbinden sich mit der A. vertebralis und der A. condylaris. Die A. vertebralis mündet von kaudal in den proximalen Ast der A. occipitalis, wobei sie vorher einen Zweig aus dem distalen Ast der A. occipitalis aufnimmt. Von rostral tritt ein Ramus der A. condylaris, die durch den Canalis n. hypoglossi in die Schädelhöhle gelangt, zum Rete. Er nimmt den Zweig aus dem distalen Ast der A. occipitalis auf und endet am medialen Rand des kaudalen

Wundernetzes. Zwischen den stärkeren Reteästen bestehen feine Verbindungen, die individuell verschieden ausgebildet sind. Alle am Wundernetz beteiligten Äste weisen eigenartige Schleifen und Biegungen auf. Dadurch entsteht die oben erwähnte Knäuelform. Am medialen Ende fließen die Reteäste in den proximalen Ramus der A. occipitalis. Dieser Ramus läßt sich durch das ganze Rete verfolgen. Er verzweigt sich nicht, sondern nimmt die anderen Zweige auf. Dieser Ast zieht mäanderförmig gewunden nach ventral, wo er kurz vor Erreichen der Medianen nach rostral abknickt und sich mit dem der anderen Seite zur A. basilaris verbindet. An der knickförmigen Biegung zweigt ein dünner Ast ab, der mit dem der anderen Seite zur A. spinalis ventralis zusammenfließt. Es entsteht dadurch eine Arterieninsel, deren Form variabel sein kann. Sie ist rautenförmig, wobei sie nochmals von einem feinen Gefäß unterteilt werden kann.

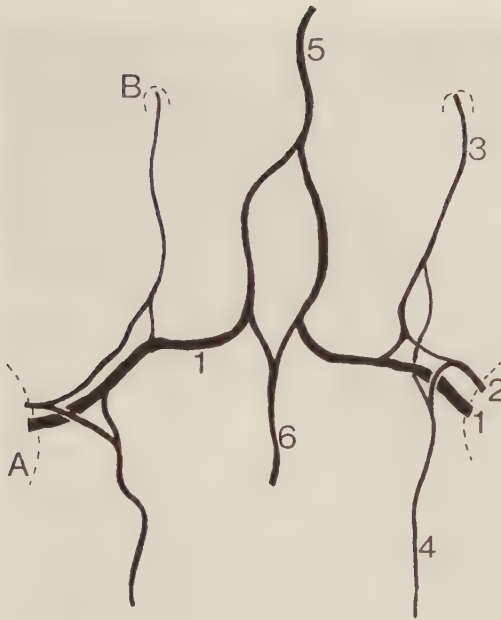


Abb. 1: Rete mirabile epidurale caudale (schematisiert)

- A Foramen vertebrale laterale des Atlas
- B Zugang zum Canalis n. hypoglossi
- 1 proximaler Ast der A. occipitalis
- 2 distaler Ast der A. occipitalis
- 3 A. condylaris
- 4 A. vertebralis
- 5 A. basilaris
- 6 A. spinalis ventralis



Abb. 2: Rete mirabile epidurale caudale. Korrosions-
präparat (Längenmarkierung 1 mm)

- 1 proximaler Ast der A. occipitalis
- 2 distaler Ast der A. occipitalis
- 3 A. vertebralis
- 4 A. condylaris

7. A. basilaris

Die A. basilaris entsteht aus dem Zusammenfluß der beiden proximalen Rami der A. occipitalis. Sie beginnt auf Höhe des Foramen magnum und zieht an der Ventralfläche des Gehirns nach rostral. Dabei läuft sie leicht geschlängelt unter der Medulla oblongata und Pons, an deren Rostrallende sie in den Circulus arteriosus cerebri einmündet. In ihrem Verlauf weist sie bei 16 Präparaten je eine größere Biegung nach rechts und links auf, wobei sie aber nicht mehr als 2 - 3 mm von der Mittellinie abweicht. Eine stärkere Schlängelung trat in zwei von 18 Fällen auf. Aus der A. basilaris zweigen einige Rami zur Medulla oblongata und Pons sowie die Aa. cerebelli caudales ab. Letztere verlassen die A. basilaris rostral oder kaudal der Wurzel des 6. Gehirnnerven. Sie entspringen im Abstand von wenigen Millimetern oder auf beiden Seiten auf gleicher Höhe. Nachdem die Kleinhirnarterien die A. basilaris verlassen haben, nimmt ihr Durchmesser um die Hälfte ab. In ihrem Verlauf nach rostral wird sie dann etwas stärker, erreicht jedoch ihren ursprünglichen Durchmesser nicht mehr.

8. Circulus arteriosus cerebri

Der Circulus arteriosus stellt einen Arterienring an der Hirnbasis dar und wird von der A. cerebri rostralis und A. communicans caudalis gebildet. Er erstreckt sich vom rostralen Ende der Brücke bis zum Vorderrand des Chiasma

opticum und umschließt dabei die Sehnerven von lateral. Die A. carotis cerebialis teilt sich nach Durchtritt durch die Dura mater seitlich der Hypophyse in die kräftige A. cerebri rostralis und die halb so starke A. communicans caudalis. Die A. cerebri rostralis beschreibt einen Bogen, der das Chiasma opticum von lateral umgibt. Auf dieser Strecke entspringt aus ihr die A. chorioidea rostralis. Rostral der Sehnervenkreuzung laufen die beiden Aa. cerebri rostrales aufeinander zu und biegen kurz vor Erreichen der Mittellinie nach rostral um. Nach medial geben sie die feine A. communicans rostralis ab, die beide Seiten verbindet. Diese entspringt im spitzen Winkel nach rostral oder kaudal und bildet einen Bogen zwischen den rostralen Gehirnarterien. Die A. communicans rostralis weist regelmäßig diese Schleife auf, die entweder nach rostral oder kaudal offen ist. Der Circulus arteriosus cerebri wird durch dieses feine Gefäß geschlossen. Nach lateral gehen aus der A. cerebri rostralis vor dem Chiasma opticum die Aa. cerebri mediae ab. Bei 16 von 18 Präparaten sind drei mittlere Gehirnarterien vorhanden, die im Abstand von wenigen Millimetern entspringen. Die beiden Aa. cerebri rostrales ziehen, ohne sich gegenseitig zu berühren, im Abstand von 2 - 3 mm nach rostral bis an das Kaudalende des Bulbus olfactorius. Dort geben sie die A. ethmoidalis interna ab und werden selbst zur A. corporis callosi.

Die A. communicans caudalis zieht nach kaudal, wobei sie nach medial oder lateral gerichtet sein kann. Knapp rostral der Okulomotoriuswurzel biegt sie nach medial. An dieser Knickstelle verläßt nach lateral die A. cerebri caudalis den Circulus arteriosus und strebt im Bogen wieder rostralwärts. Unmittelbar nach dem Abgang der kaudalen Gehirnarterie entspringt der R. mesencephalicus. Die jetzt deutlich schwächere A. communicans caudalis vereinigt sich median mit dem Gefäß der anderen Seite. Kurz vor oder an der Vereinigungsstelle geht die A. cerebelli rostralis nach lateral ab. Nach kaudal zieht die unpaare A. basilaris. Außerdem entläßt der Circulus arteriosus cerebri während seines gesamten Verlaufes feine Äste an das Corpus mamillare und das Chiasma opticum. Der Circulus arteriosus weist individuelle Unterschiede auf. Vor allem der kaudale Teil differiert in seiner Form erheblich, da die A. communicans caudalis nach lateral oder medial gerichtet verläuft. Der Winkel an der Biegung nach medial kann dadurch sehr verschieden sein. Auch der rostrale Anteil ist meist asymmetrisch ausgebildet. In einem Fall von 18 war die A. cerebri rostralis auf einer Seite doppelt angelegt. Die zusätzliche Arterie lief lateral der anderen und beide Äste verbanden sich rostral des Chiasma opticum.

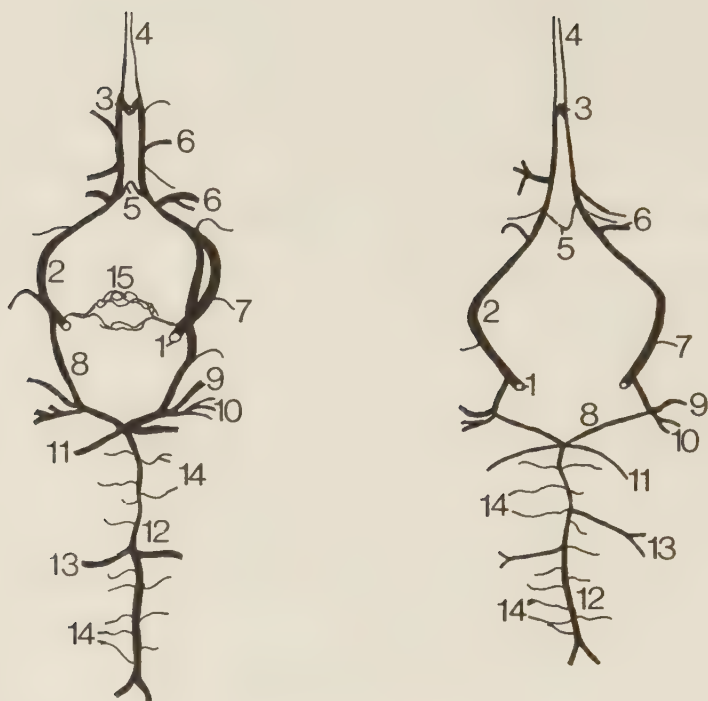


Abb. 3: Circulus arteriosus und A. basilaris
(Ansicht von ventral)

Abb. 3: Circulus arteriosus und A. basilaris

(Ansicht von ventral)

- 1 A. carotis cerebralis
- 2 A. cerebri rostralis
- 3 A. corporis callosi
- 4 A. ethmoidalis interna
- 5 A. communicans rostralis
- 6 A. cerebri media
- 7 A. chorioidea rostralis
- 8 A. communicans caudalis
- 9 A. cerebri caudalis
- 10 R. mesencephalicus
- 11 A. cerebelli rostralis
- 12 A. basilaris
- 13 A. cerebelli caudalis
- 14 Rr. ad medullam et pontem
- 15 Hypophysenarterien

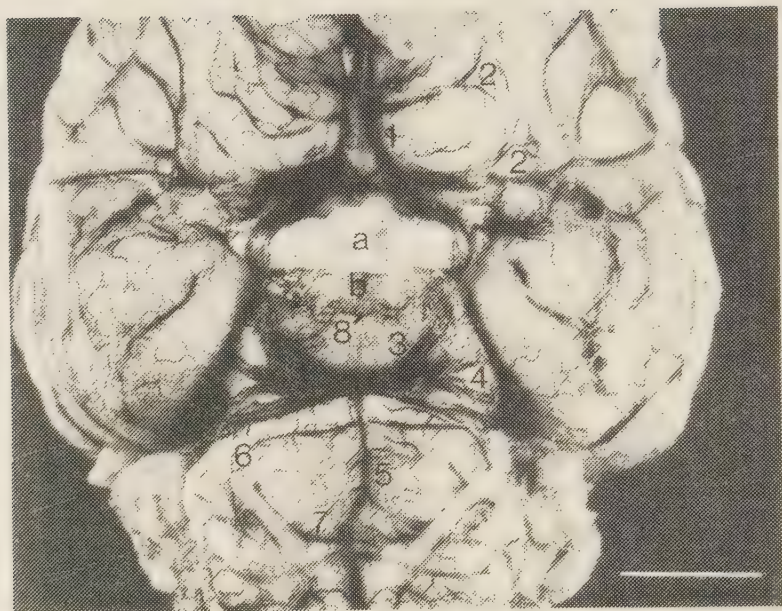


Abb. 4: Circulus arteriosus (Ansicht von ventral)

Tusche - Gelatine - Injektionspräparat

(Längenmarkierung 10 mm)

- a Chiasma opticum
- b Tuber cinereum
- 1 A. cerebri rostralis
- 2 Aa. cerebri mediae
- 3 A. communicans caudalis
- 4 A. cerebri caudalis
- 5 A. basilaris
- 6 A. cerebelli rostralis
- 7 A. cerebelli caudalis
- 8 Aa. hypophyseales

II. Arterienversorgung der Meningen

1. A. meningeae rostralis

Die A. meningeae rostralis ist ein Ast der A. ethmoidalis interna. Sie entsteht am rostralen Ende des Gehirns aus beiden oder aus einer Siebbeinarterie. Im ersten Fall gibt jede A. ethmoidalis interna nach medial einen Ast ab, die sich nach kurzer Strecke zu einem Gefäß verbinden. Im zweiten Fall entspringt die A. meningeae rostralis aus einer A. ethmoidalis interna. Zwischen den Riechkolben verläuft die vordere Meningealarterie stark geschlängelt nach dorsal. Sie zieht dann gestreckt in der Fissura longitudinalis cerebri nach kaudal und teilt sich 8 - 10 mm dorsal des Bulbus olfactorius in zwei Äste. Diese laufen im Abstand von 2 - 3 mm parallel nach kaudal bis zum Sulcus ansatus, wo sie sich rautenförmig mit Ästen der A. meningeae media verbinden (Abb. 6). Ihre beiden Äste gehen mehrmals miteinander Verbindung ein. Während ihres Verlaufes gibt die A. meningeae rostralis nach beiden Seiten in regelmäßigen Abständen Rami ab.

Die rostrale Meningealarterie versorgt die Dura mater auf der Dorsalfläche des Gehirns vom Bulbus olfactorius bis zum Sulcus ansatus. Bei einem Präparat von 16 entsprangen aus der A. ethmoidalis interna nur feine Rami, die bis zu 5 mm nach dorsal reichten. Dabei war die A. meningeae rostralis die Fortsetzung eines Astes der A. corporis callosi. Nach Erreichen der Dura mater verlief sie wie

oben beschrieben.

2. Rr. meningei der A. ethmoidalis interna

Während ihres Verlaufes nach rostral gibt die A. ethmoidalis interna zwischen den Bulbi olfactorii feine Äste zur Dura mater ab. Sie ziehen in den Meningen wieder kaudalwärts. Am Kaudalende des Bulbus olfactorius teilt sich der stärkste R. meningeus und verbindet sich mit dem Ast der gegenüberliegenden Seite. Einige Rami ziehen nach lateral, andere nach kaudal bis zur Hypophyse. Die Rr. meningei der A. ethmoidalis interna versorgen die Dura mater an der Basalfläche des Gehirns nach kaudal bis zur Hypophyse und im Bereich der Pars orbitalis des Stirnbeines.

3. A. meningea media

Die A. meningea media entspringt lateral der Bulla tympanica aus der A. maxillaris und zieht im Bogen über medial nach dorsal. In einem Fall von 16 ging sie unmittelbar nach dem Ursprung der A. maxillaris aus der A. linguofacialis ab. Die mittlere Meningealarterie strebt zum Foramen lacerum und durch die Incisura spinosa in die Schädelhöhle. Sie entläßt einen Ast, der die Muskulatur in der Fossa mandibularis vaskularisiert, und die Rami ad Rete mirabile epidurale rostrale. In der kleinen Schädelhöhle zieht sie vor dem Petrosus nach dorsal und gelangt durch einen Knochenkanal in der Crista tentorica in die große Schädelhöhle. Hier teilt sie sich individuell

verschieden in 2 - 4 Äste auf.

Im einfachsten Fall (bei 5 von 16 Präparaten) spaltet sich die A. meningea media in einen rostralen und einen meist stärkeren kaudalen Ast. Der rostrale Ramus zieht über dem kaudalen Teil des Sulcus rhinalis lateralis nach rostral und biegt im Bereich der Insula cerebri nach dorsal ab. Über dem Sulcus ansatus verbindet sich der rostrale Ast mit dem kaudalen und mit der A. meningea rostralis. Der kaudale Ramus verläuft in der Fissura transversa encephali, wo er öfters mit Zweigen der A. meningea caudalis und der A. condylaris Anastomosen eingeht. Er zieht um den kaudalen Pol der Großhirnhemisphären herum und zwischen beiden Hälften nach rostral. Hier verbindet er sich mit dem entsprechenden Ast der anderen Seite zu einem gemeinsamen Stamm. Dieser zieht über die Fissura longitudinalis cerebri nach rostral und gibt hier einen Nebenast ab. Dieser bildet einen Bogen von 180° und zieht wieder kaudalwärts. Der kaudale Ramus der A. meningea media endet im Bereich des Sulcus ansatus. Hier fließt er mit dem rostralen Ast und der A. meningea rostralis zusammen.

Zusätzlich zu den beiden beschriebenen Rami kommen in 7 von 16 Fällen zwei mittlere Äste vor. Einer von diesen verläßt durch einen Knochenkanal im Schläfenbein die Schädelhöhle und verzweigt sich in der Muskulatur. Der andere verläuft nach dorsal und versorgt die Meningen zwischen dem rostralen und kaudalen Ast. Er erreicht

jedoch die Fissura longitudinalis cerebri nicht.

Wenn lediglich ein mittlerer Ramus vorhanden ist (bei 4 Präparaten), beteiligt sich dieser entweder an der Versorgung der Meningen oder er verläßt die Schädelhöhle, um sich in der Schläfengrube zu verzweigen. Die Aufteilung der mittleren Meningealarterie kann beidseits verschieden erfolgen, differiert aber meist auch individuell. Die A. meningea media gibt außerdem ein feines Gefäß an das Felsenbein ab.

Die Dura mater im kaudalen Abschnitt der großen Schädelhöhle wird von der A. meningea media vaskularisiert. Von den Meningealarterien besitzt sie das größte Versorgungsgebiet.

4. A. meningea caudalis

Die kaudale Meningealarterie ist ein feines Gefäß. Sie verläßt die A. occipitalis kurz nach ihrem Ursprung aus ihrem gemeinsamen Stamm mit der A. carotis interna. Sie kann aber auch wie bereits erwähnt aus der A. condylaris entspringen. Die A. meningea caudalis verläuft geschlängelt nach rostral und steigt dabei leicht nach dorsal auf. Sie gelangt durch das Foramen jugulare in die Schädelhöhle und verzweigt sich hier. Ihre Äste verbinden sich kaudal mit der A. condylaris und rostral mit der A. meningea media. Die A. meningea caudalis versorgt die Meningen an der Lateralfläche der Pons und ein kleines Gebiet lateral am Kleinhirn.

5. A. condylaris

Die A. condylaris entspringt aus der A. carotis interna wenige Millimeter nach ihrem Ursprung. In 4 von 16 Fällen geht sie aus der A. occipitalis ab. Die A. condylaris zieht nach rostrodorsal in Richtung Foramen n. hypoglossi. Auf dieser Strecke entläßt sie einen Ast nach lateral zur Fossa condylaris. In einem von 16 Fällen teilte sich die A. condylaris in zwei Äste, die eng nebeneinander liefen und sich wiederholt miteinander verbanden. Durch den Canalis n. hypoglossi gelangt die A. condylaris in die Schädelhöhle. Bereits während ihres intraossären Verlaufes teilt sie sich in 3 - 5 Äste auf, die netzartig verbunden an der Innenfläche des Os temporale liegen. Aus diesem Netz streben die Meningealäste nach dorsal und nehmen Verbindung mit der A. meningeae caudalis auf. Nach kaudal zieht ein Ramus, der sich an der Bildung des Rete mirabile epidurale caudale beteiligt. Ein weiterer Ast verläßt das Arteriennetz an seinem kaudomedialen Rand. Er zieht im Bereich des Foramen magnum nach medial. Hier teilt er sich auf und verbindet sich mit dem entsprechenden Ramus der anderen Seite. Er versorgt die Meningen an der Ventralfläche der Medulla oblongata. Die beiden dorsalen Meningealäste ziehen zwischen Vermis und Kleinhirnhemisphäre nach rostral. Sie verzweigen sich und verbinden sich untereinander und mit denen der gegenüberliegenden Seite. Ihre Zweige münden in den kaudalen Ast der A. meningeae media. Lateral anastomosieren

sie mit der A. meningea caudalis. Die A. condylaris vaskularisiert die Meningen an der Medulla oblongata und an der kaudalen Fläche des Kleinhirns.

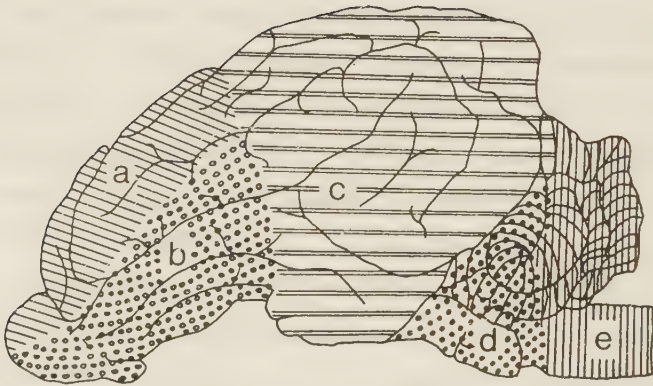


Abb. 5: Vaskularisationsareale der Meningealarterien
(Ansicht von lateral)

- a A. meningea rostralis
- b R. meningeus der A. ethmoidalis interna
- c A. meningea media
- d A. meningea caudalis
- e A. condylaris

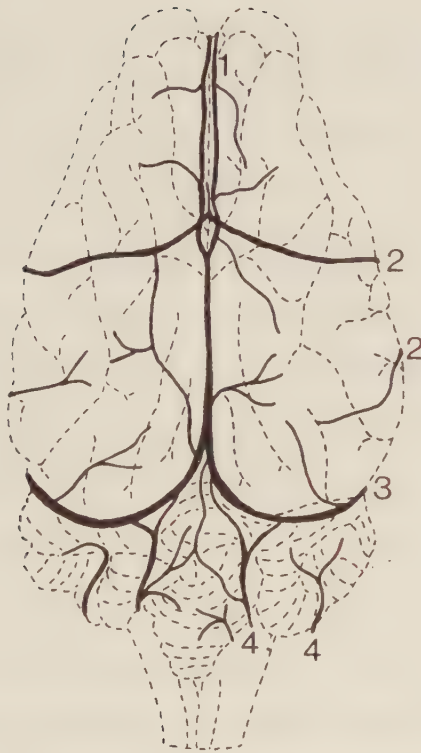


Abb. 6: Vaskularisationsareale der Meningealarterien

(Ansicht von dorsal)

1 A. meningea rostralis

2,3 A. meningea media

2 ihr rostraler Ast

3 ihr kaudaler Ast

4 A. condylaris

III. Arterienversorgung des Gehirns

1. A. cerebri rostralis

Seitlich der Hypophyse teilt sich die A. carotis cerebialis in die starke A. cerebri rostralis und die A. communicans caudalis. Die beiden Aa. cerebri rostrales bilden den vorderen Teil des Circulus arteriosus. Die rostrale Gehirnarterie zieht nach lateral und entläßt wenige Millimeter nach ihrem Ursprung die A. chorioidea rostralis zum Adergeflecht des Seitenventrikels. Die A. cerebri rostralis läuft lateral um das Chiasma opticum herum und strebt vor diesem zur Medianen. In diesem Verlauf gibt sie feine Äste ab, die senkrecht nach dorsal ziehen. Diese versorgen den Hirnstamm. Kurz bevor sich beide Aa. cerebri rostrales in der Medianen berühren, biegen sie nach rostral um. Hier entspringt aus der medialen Wand die feine A. communicans rostralis, die den Circulus arteriosus rostral schließt. Nach dorsal gibt die A. cerebri rostralis feine Rami zur Massa intermedia ab. Nach lateral gehen aus ihr die Aa. cerebri mediae ab, die am kaudalen Rand des Trigonum olfactorium nach lateral ziehen. Bei 16 von 18 Präparaten sind drei mittlere Gehirnarterien ausgebildet. Außerdem entspringen aus ihr noch die Rami centrales, die die Stammganglien versorgen. Sie ziehen nach lateral und gelangen zwischen dem Trigonum olfactorium und dem Tractus olfactorius lateralis in die Tiefe. Im Abstand von 2 - 3 mm voneinander gelangen die

rostralen Hirnarterien in der Fissura longitudinalis cerebri zum Kaudalende des Bulbus olfactorius. Auf dieser Strecke entläßt jede die rostrale A. cerebri media, die unter dem Trigonum olfactorium verläuft und die Lateralfläche des Großhirns erreicht. Die A. cerebri rostralis gibt kaudal des Bulbus olfactorius die A. ethmoidalis interna ab. Sie selbst biegt nach dorsal um, während die Siebbeinarterie die rostrale Richtung beibehält. Nach wenigen Millimetern verschmelzen die beiden rostralen Hirnarterien zur unpaaren A. corporis callosi.

2. A. corporis callosi

Die A. corporis callosi stellt das Verschmelzungsprodukt der beiden Aa. cerebri rostrales dar. Sie läuft in der Fissura longitudinalis cerebri nach kaudal bis sie das Corpus callosum erreicht. Dann biegt sie nach rostral und zieht im weiten Bogen um das Genu corporis callosi herum. Sie schmiegt sich dabei eng an den Hirnbalken an. An seiner Dorsalfläche zieht sie kaudalwärts. Ungefähr in der Mitte des Truncus corporis callosi teilt sie sich in je einen Ast für jede Großhirnhemisphäre. Diese laufen entweder 5 - 10 mm neben- oder untereinander nach kaudal bevor sie nach dorsal aufsteigen oder aber sie biegen gleich nach der Aufzweigung nach dorsal. Diese beiden Endäste ziehen an der Medialfläche der Hemisphären entlang. Sie geben Zweige an die entsprechende

Großhirnhemisphäre ab und treten an der Mantelkante an die Oberfläche. Jeder Endast läuft nun über den Gyrus marginalis seiner Seite nach lateral und senkt sich in den Sulcus marginalis ein. Hier grenzt sein Versorgungsgebiet an das der A. cerebri media und der A. cerebri caudalis. Während ihres Verlaufes in der Fissura longitudinalis cerebri entläßt die A. corporis callosi Äste an den Hirnbalken und das Großhirn. Die Zweige zum Hirnbalken sind sehr fein und dringen in das Corpus callosum ein. Ca. 3 mm nach ihrem Ursprung biegen sie im rechten Winkel ab oder teilen sich auf. Diese Rami laufen parallel zur A. corporis callosi, wobei sie mehrmals miteinander anastomosieren. Die Zweige zu den Hemisphären variieren in ihrer Zahl und in ihrem Verzweigungsmuster. Im Anfangsteil entspringen 2 - 3 Äste, die abwechselnd zu der linken und rechten Hälfte ziehen. Sie reichen rostral bis zum Bulbus olfactorius und auf die Dorsalfläche des Gehirns. Im Bereich des Genu corporis callosi gibt die Balkenarterie einen stärkeren Ramus ab, der sich unmittelbar danach in drei Äste teilt. Dieser Ramus geht bei der Hälfte der Präparate bereits doppelt ab. Auf dem Truncus corporis callosi zweigen nochmals zwei Rami ab. Einer von ihnen verläßt in 5 von 18 Fällen sehr weit distal die Balkenarterie, so daß ihre Endaufteilung baumartig erscheint. Die beschriebenen Äste teilen sich auf beide Hemisphärenhälften individuell und asymmetrisch auf. Sie entspringen entweder getrennt für jede Hälfte

oder teilen sich kurz nach ihrem Ursprung in einen Ast für die rechte und linke Seite. Ein bis zwei Äste der A. corporis callosi teilen sich erst an der Dorsalfläche des Gehirns in je einen Ramus für jede Hemisphäre. Diese entspringen auf dem Truncus corpus callosum. Die Zweige der A. corporis callosi gelangen an die Außenfläche des Gehirns und ziehen nach lateral, wobei sie der Hirnoberfläche anliegen. Im Bereich des Gyrus suprasylvius enden sie. In einem Fall von 16 setzte sich der proximalste Ast aus der A. corporis callosi über die Fissura longitudinalis cerebri hinaus nach rostral fort. Er erreichte die Dura mater, bog nach dorsal und lief in den Meningen nach kaudal. Sein Verlauf gleicht dem der A. meningea rostralis, die für gewöhnlich aus der A. ethmoidalis interna entspringt. Die A. corporis callosi versorgt mit ihren Ästen das Genu und den Truncus corporis callosi und die mediale Fläche der Großhirnhemisphären einschließlich des Gyrus coronalis und der rostralen Anteile des Gyrus marginalis.

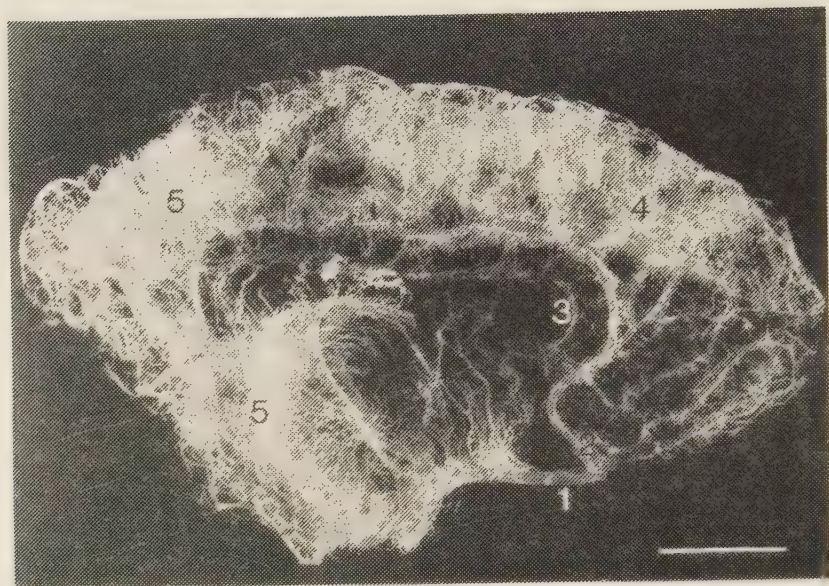


Abb. 7: A. corporis callosi (Ansicht von lateral)

Korrosionspräparat (Längenmarkierung 10mm)

- 1 A. cerebri rostralis
- 2 A. corporis callosi
- 3 ihre Äste zum Hirnbalken
- 4 ihre Äste zu den Großhirnhemisphären
- 5 A. cerebri caudalis

3. A. ethmoidalis interna

Die A. ethmoidalis interna geht am Kaudalende des Bulbus olfactorius aus der A. cerebri rostralis hervor. Sie zieht an der Basalfläche in der Fissura longitudinalis rostralwärts. Die Arterien beider Seiten laufen eng nebeneinander, berühren sich öfters und anastomosieren mehrmals miteinander. Während des Verlaufes zwischen den Riechkolben gibt die Siebbeinarterie die Rr. meningei und Äste zur Fossa ethmoidalis ab. Am rostralen Pol des Gehirns entläßt sie die A. meningea rostralis. Die A. ethmoidalis interna gelangt in die Fossa ethmoidalis, wo sie sich verzweigt. Sie verbindet sich hier mit ihren proximalen Ästen und bildet ein grobes Netz. Meist entsteht das Rete ethmoidale durch die Aufzweigung der inneren Siebbeinarterie der jeweiligen Seite. In einem von 16 Fällen wurde es von beiden Arterien gemeinsam gebildet. Dazu verließ ein Ramus eine A. ethmoidalis interna und lief über die Mediane zum Bulbus olfactorius der anderen Seite. Dabei unterkreuzte er die gegenüberliegende A. ethmoidalis und verband sich mit dieser in der Fossa ethmoidalis. Aus dem Rete ethmoidale entspringen zahlreiche Rami, die durch die Lamina cribrosa in die Nasenhöhle gelangen. Sie versorgen die Riechschleimhaut. Feine Äste gelangen über die Außenseite des Riechkolbens auf dessen Dorsalseite, wo sie mit Zweigen der A. corporis callosi anastomosieren.

Die A. ethmoidalis interna bildet das Rete ethmoidale auf der Lamina cribrosa und versorgt den Bulbus olfactorius mit Ausnahme seiner Dorsalfläche.

4. A. cerebri media

Die A. cerebri media ist die Hirnarterie mit dem größten Versorgungsgebiet. Es sind 2 - 3 Aa. cerebri mediae vorhanden, die im Abstand von wenigen Millimetern aus der A. cerebri rostralis entspringen. Ihre Zahl und Dicke weist große individuelle Unterschiede auf. Asymmetrien sind hier die Regel. Die Aa. cerebri mediae verlassen die A. cerebri rostralis während ihres Verlaufes unter dem Trigonum olfactorium. Die A. cerebri media rostralis geht an der Unterseite des Tractus olfactorius lateralis ab. Trotz der verschiedenen Ausbildung der einzelnen Arterien ist ein gemeinsames Muster erkennbar. Die A. cerebri media caudalis entspringt aus dem rostralen Teil des Circulus arteriosus bevor dieser durch die A. communicans rostralis geschlossen wird. Sie ist wesentlich stärker als die anderen mittleren Gehirnarterien. Von den beiden anderen Arterien versorgt in 16 Fällen nur eine ein größeres Areal, während die andere fehlt oder sehr fein ist. Bei drei Präparaten erreicht die kleinere A. cerebri media die Hemisphären nicht und endet bereits an der Basalfläche des Gehirns (Abb. 8c). Nur in zwei von 18 Fällen beteiligen sich sowohl der mittlere als auch der rostrale Anteil an der Versorgung des Großhirns (Abb. 8a).

Jede A. cerebri media gibt unabhängig von ihrer Stärke unter dem Trigonum olfactorium Rami nach dorsal ab. Diese ziehen in die Tiefe und vaskularisieren das Corpus striatum. Die kaudale A. cerebri media entspringt aus der A. cerebri rostralis an der Grenze zwischen Substantia perforata rostralis und Trigonum olfactorium. An dessen kaudalem Rand gelangt sie nach lateral. In 3 von 18 Fällen teilt sie sich sofort nach ihrem Ursprung in zwei Äste, die parallel verlaufen und sich dabei berühren können. Die Spaltung in die beiden Rami findet bei den anderen 15 Präparaten erst am Übergang auf die Großhirnhemisphäre statt. Nach kaudal gebogen zieht die kaudale Arterie in Richtung der Insula cerebri zum Sulcus rhinalis lateralis. Auf dieser Strecke entläßt ihr kaudaler Ramus Äste nach kaudal. Die nach dorsal weiterlaufenden Zweige senken sich in die Tiefe des Sulcus rhinalis lateralis ein und kommen nach wenigen Millimetern wieder an die Oberfläche. Die A. cerebri media caudalis zieht durch die Furchen und über die entsprechenden Windungen bis zum Sulcus marginalis bzw. Processus dorsalis des Sulcus suprasylvius. Sie gibt während ihres gesamten Verlaufes feine Zweige zur Versorgung des Gehirns ab. Ihre kaudalen Rami treffen im Sulcus marginalis kaudal auf Äste der A. cerebri caudalis und weiter rostral auf die A. corporis callosi. Die rostralen Rami enden im Processus dorsalis des Sulcus suprasylvius.

Die mittlere A. cerebri media entspringt auf Höhe des Abgangs der A. communicans rostralis oder kurz vorher aus der A. cerebri rostralis. Sie gelangt bei 11 Präparaten auf direktem Weg unter dem Trigonum olfactorium zur Lateralfläche. Bei 7 Präparaten ist sie rückwärts gerichtet bis sie die kaudale Arterie erreicht. Gemeinsam mit dieser zieht sie nach lateral. Während ihres gesamten Verlaufes bleibt sie vor dem kaudalen Anteil der A. cerebri media. Sie zweigt sich auf, wenn sie an der Großhirnhemisphäre angelangt ist. Nur in einem von 18 Fällen teilte sich die mittlere A. cerebri media kurz nach ihrem Ursprung in drei Äste, die ein großes Gebiet vaskularisierten, auf. Entsprechend war der kaudale Anteil der mittleren Gehirnarterie nicht so mächtig entwickelt. Die Rami der mittleren Arterie ziehen nach dorsal, wobei sie der Oberfläche des Gehirns anliegen. Im Sulcus coronalis und Processus dorsalis des Sulcus praesylvius grenzt ihr Versorgungsgebiet an das der A. corporis callosi. In drei von 18 Fällen erreicht die mittlere A. cerebri media lediglich das Trigonum olfactorium, während sie bei zwei Präparaten fehlt (Abb. 8c). Ihr Versorgungsgebiet übernehmen dann die beiden anderen mittleren Gehirnarterien.

Die A. cerebri media rostralis geht auf halber Höhe zwischen dem Ursprung der A. communicans rostralis und der A. ethmoidalis interna ab. Sie verläßt die A. cerebri rostralis im rechten Winkel und zieht unter dem Trigonum

olfactorium nach lateral. Sie teilt sich meist in zwei Äste, von denen der rostralste einen Ramus abgibt, der zum Bulbus olfactorius gelangt. Dieser versorgt die dorsalen und seitlichen Anteile des Riechkolbens. Die anderen Rami ziehen über die Oberfläche des Gehirns, wobei sie sich in jede Furche bis zum Sulcus coronalis einsenken. Sie vaskularisieren ein kleines Gebiet dorsal des Bulbus olfactorius, das bis zum Sulcus coronalis reicht. Die rostrale mittlere Gehirnarterie endet in zwei Fällen auf der Basalfläche des Gehirns (Abb. 8b). Sie verzweigt sich in diesem Fall auf dem Trigonum olfactorium und entläßt noch einen Ramus zum Riechkolben. Die A. cerebri media rostralis ist regelmäßig an allen Präparaten ausgebildet. Die A. cerebri media versorgt die gesamte Lateralwand des Großhirns nach dorsal bis zum Sulcus coronalis, Processus dorsalis des Sulcus praesylvius und Sulcus marginalis. Sie hat somit das größte Vaskularisationsgebiet im Vergleich mit den anderen Hirnarterien. Ihre drei Anteile teilen sich dieses Gebiet untereinander auf. Bei Fehlen eines der drei Gefäße übernehmen die anderen dessen Areal. Die beiden anderen Arterien sind dann entsprechend kräftiger ausgebildet. Die A. cerebri media caudalis ist in ihrem Verbreitungsgebiet relativ konstant, während die beiden anderen stark variieren. Bei der mittleren A. cerebri media sind alle Stufen vertreten. Sie fehlt bei zwei Präparaten völlig, während sie in einem Fall ein großes Versorgungsgebiet übernimmt.

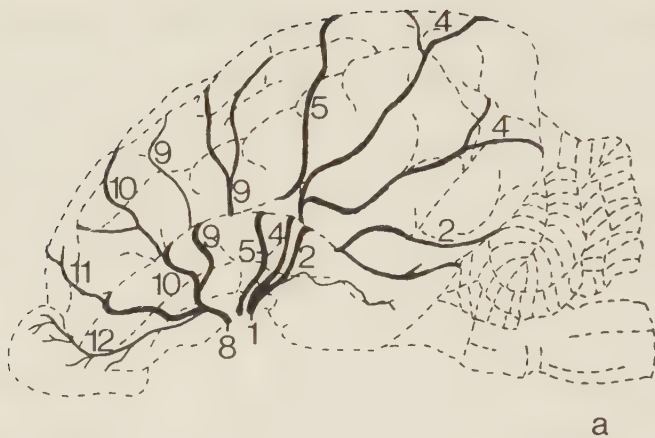


Abb. 8: Häufigste Variationsmöglichkeiten der
A. cerebri media (Ansicht von lateral)

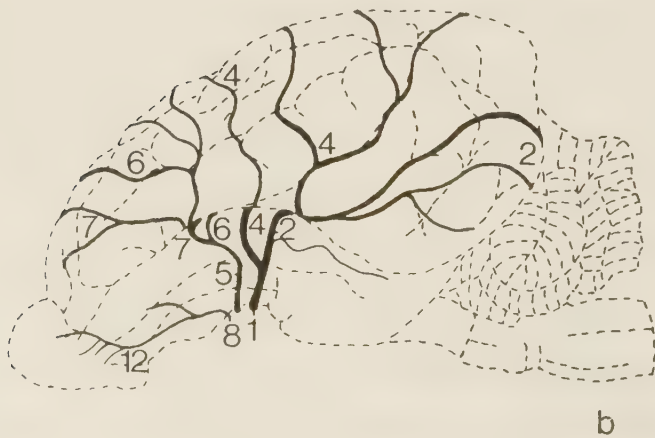




Abb. 8: Häufigste Variationsmöglichkeiten der

A. cerebri media (Ansicht von lateral)

- 1 A. cerebri media caudalis
- 2 ihr kaudaler Ast
- 3 ihr mittlerer Ast
- 4 ihr rostraler Ast
- 5 mittlere A. cerebri media
- 6 ihr kaudaler Ast
- 7 ihr rostraler Ast
- 8 A. cerebri media rostralis
- 9 ihr kaudaler Ast
- 10 ihr mittlerer Ast
- 11 ihr rostraler Ast
- 12 Ramus zum Bulbus olfactorius

5. A. chorioidea rostralis

Die A. cerebri rostralis entläßt als ersten Ast nach ihrem Ursprung aus ihrer lateralen Wand die A. chorioidea rostralis. Diese zieht lateral des Circulus arteriosus nach rostral zum Tractus opticus und mit diesem in die Tiefe. In drei von 18 Fällen entspringt die A. chorioidea rostralis weiter distal und verläuft am kaudalen Rand des Tractus opticus nach lateral. Sie verschwindet im Lobus piriformis und gelangt an der Seite des Tractus opticus auf die Dorsalfläche des Hirnstammes. Auf dieser intrazerebralen Strecke entläßt sie zahlreiche Rami, die den Tractus opticus vaskularisieren. Am Corpus geniculatum laterale biegt sie nach rostral und gibt Äste an den Plexus chorioideus des Seitenventrikels ab. Die A. chorioidea rostralis gibt feine Rami ab, die nach dorsal ziehen. Sie beteiligen sich an der Versorgung des Ammonshornes. Die Äste zum Adergeflecht weisen einen eigenartigen korkenzieherartig gewundenen Verlauf auf. Sie vaskularisieren zusammen mit Ästen aus der A. cerebri caudalis den Plexus chorioideus des Seitenventrikels.

6. Aa. hypophyseales

Kurz vor der Teilung der A. carotis cereбрalis gehen aus ihr die Hypophysenarterien nach medial ab. Es sind 2 - 3 Arterien vorhanden, die unterschiedlich stark ausgebildet sind. Sie teilen sich nach ihrem Ursprung in mehrere Rami auf. Diese verlaufen stark geschlängelt und vernetzen sich untereinander. Sie umgeben die Hypophyse von rostral und kaudal und anastomosieren mit den Ästen der Aa. hypophyseales der anderen Seite. Dadurch entsteht innerhalb des Circulus arteriosus cerebri ein Arterienring um die Hirnanhangsdrüse. Sein rostraler Anteil ist stärker ausgebildet als der kaudale (Abb. 9). Von diesem Arterienring gehen Äste für das Chiasma opticum und Corpus mamillare ab.

An der Vaskularisation der Hypophyse sind außerdem Rami aus dem Rete mirabile epidurale rostrale beteiligt. 2 - 4 Äste verlassen rostral der Sattellehne das Wundernetz und verbinden sich mit den entsprechenden Zweigen der anderen Seite. Sie bilden an der Kaudalfläche der Hypophyse ein grobmaschiges Netz. Aus diesem entspringen zahlreiche Rami, die den Hypophysenhinterlappen versorgen. Außerdem entläßt das Rete mirabile an seinem rostralen Pol medial der A. carotis cereбрalis einen Ast, der am Hypophysenvorderlappen mit dem der gegenüberliegenden Seite anastomosiert.

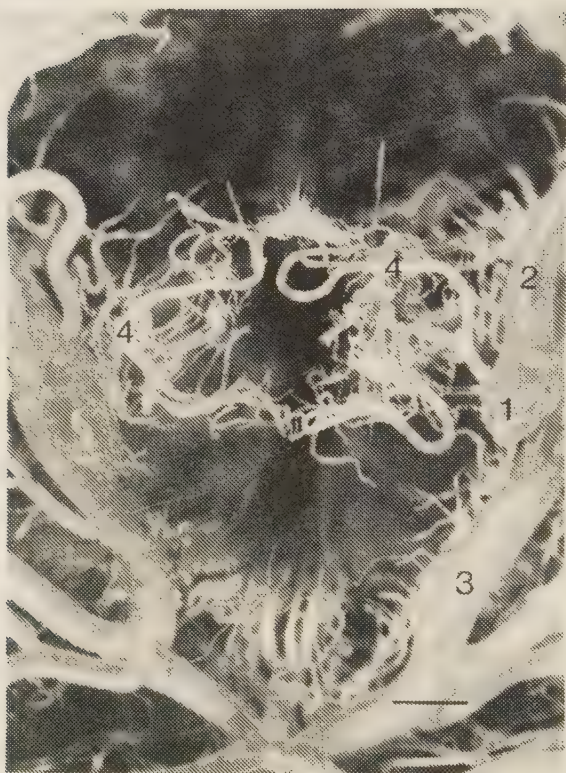


Abb. 9: Hypophysenarterien (Ansicht von ventral)
Korrosionspräparat (Längenmarkierung 1mm)

- 1 A. carotis cerebialis
- 2 A. cerebri rostralis
- 3 A. communicans caudalis
- 4 Aa. hypophyseales

7. A. ophthalmica interna

Die A. ophthalmica interna entspringt aus der medialen Wand der A. carotis cerebralis unmittelbar nachdem diese sich aus dem rostralen Wundernetz gebildet hat. Sie zieht über die kaudale Kante des Os praesphenoidale nach rostral. Im Sulcus chiasmatis biegt die A. ophthalmica interna nach medial und teilt sich in 2 - 3 Rami auf. Diese sind stark geschlängelt und anastomosieren mehrfach miteinander. An der Kaudalfläche des Chiasma opticum verbinden sie sich in der Medianen mit den Ästen der gegenüberliegenden Seite. Sie bilden das Rete chiasmaticum. Dieses setzt sich ventral der Sehnervenkreuzung nach rostral fort. Von 16 Präparaten ziehen bei 5 die Reteäste auf dem Os praesphenoidale nach rostral und umspinnen den N. opticus. Bei den restlichen Korrosionspräparaten entspringen aus dem Teil kaudal des Chiasma opticum zwei Rami, die in der Mittellinie nach rostral ziehen. Sie anastomosieren miteinander und sind auf dieser Strecke unterschiedlich stark geschlängelt. Gemeinsam bilden sie den vorderen Teil des Rete chiasmaticum. Seine Äste umspinnen den Sehnerven und erstrecken sich durch den Canalis opticus in die Orbita. Dort vereinigen sie sich wieder zur A. ophthalmica interna, die in die A. ophthalmica externa mündet. Außer den beiden beschriebenen Varianten sind weitere individuelle Unterschiede vorhanden. So teilt sich in einem Fall von 16 die A. ophthalmica interna bereits kurz

nach ihrem Ursprung auf. Ihre Rami ziehen nach rostral zum Chiasma opticum und bilden dort das Rete chiasmaticum. In der Orbita entspringt aus dem Rete chiasmaticum ein feiner Ast, der durch das Foramen orbitorotundum in die Schädelhöhle gelangt. Er mündet lateral der A. carotis cerebialis in den rostralen Pol des rostralen Wundernetzes.

8. A. cerebri caudalis

Die A. cerebri caudalis verläßt die A. communicans caudalis an deren Knick nach medial. Dicht kaudal von ihr entspringt aus dem Circulus arteriosus der R. mesencephalicus und es erweckt dadurch den Anschein, als ob die A. cerebri caudalis mehrfach ausgebildet sei. Die kaudale Hirnarterie zieht vor der Wurzel des 3. Gehirnnerven ventral des Pedunculus cerebri nach lateral. Dabei ist sie leicht rostral gerichtet. Zwischen dem Crus cerebri und Lobus piriformis taucht sie in die Tiefe. Am Kaudalrand des Ammonshornes gelangt die A. cerebri caudalis auf die Dorsalfläche des Hirnstammes. Sie gibt bis hierher sowohl nach außen als auch nach innen zahlreiche Dolcharterien ab. Diese vaskularisieren die Hippocampusformation und den Pedunculus cerebri. Nach rostral geht ein kräftiger Ast ab, der sich an der Versorgung des Adergeflechtes des Seitenventrikels beteiligt. Nach kaudal entspringen einige Zweige, die zwischen Mittel- und Großhirn weiterlaufen. Sie gelangen

auf die Kaudalfläche der Hemisphären und versorgen den Gyrus occipitalis. Auf dem Hirnstamm biegt die A. cerebri caudalis nach kaudal. Hier gibt sie einige Rami nach rostral ab. Zusammen mit Zweigen aus dem R. mesencephalicus vaskularisieren sie den Thalamus und die Epiphyse. Auf der Vierhügelplatte teilt sich die kaudale Gehirnarterie in 2 - 3 gleichstarke Äste. Diese verlaufen über die kaudomediale Fläche des kaudalen Poles der Hemisphären nach dorsal. Sie verzweigen sich in der Fissura longitudinalis cerebri und in der Fissura transversa encephali. Das Versorgungsgebiet der A. cerebri caudalis erstreckt sich auf der Oberfläche der Großhirnhemisphären bis zum Sulcus marginalis. Hier grenzt ihr Vaskularisationsgebiet an das der A. cerebri media und das der A. corporis callosi. Vom rostralsten Ast der A. cerebri caudalis zieht ein feiner Ramus zum Hirnbalken, der das Splenium corporis callosi versorgt. Das Vaskularisationsgebiet der A. cerebri caudalis umfaßt die kaudomediale Fläche des kaudalen Poles der Großhirnhemisphären, die kaudalen Anteile des Hirnbalkens und den Hirnstamm im Bereich des Ammonshornes.

9. R. mesencephalicus

Kurz nach dem Abgang der A. cerebri caudalis entspringt der R. mesencephalicus aus der A. communicans caudalis. Er teilt sich unmittelbar danach in 2 - 4 Äste. Bei 3 von 18 Präparaten verläßt er doppelt angelegt den Circulus

arteriosus. Die Äste des R. mesencephalicus ziehen parallel zur A. cerebri caudalis nach lateral und gelangen zwischen Crus cerebri und Lobus piriformis zum Hirnstamm. Ein Teil der Rami verzweigt sich an der Seite des Mittelhirns weiter. Sie laufen leicht geschlängelt zur Lamina quadrigemina und sind dabei vom kaudalen Pol der Großhirnhemisphären bedeckt. Von 18 Präparaten verbinden sich bei 5 seine Rami mehrmals auf dieser Strecke. Bei den anderen Präparaten ziehen sie parallel nach dorsal. Auf der Vierhügelplatte enden seine Äste in der Medianen. Der R. mesencephalicus umgibt den Hirnstamm ringförmig. Während seines gesamten Verlaufes gibt er feine dolchartige Zweige nach innen ab, die in das Mittelhirn eindringen. Diese sind radiär angeordnet. Seine rostralen Endverzweigungen nehmen im Sulcus medianus Verbindung mit der A. cerebri caudalis auf. Sie beteiligen sich an der Versorgung der Epiphyse. Neben den zahlreichen Dolcharterien entspringen aus der A. communicans caudalis noch einige kräftigere Rami. Diese ziehen nach dorsal und verzweigen sich nach ca. 5 mm baumartig im Thalamus.

10. A. cerebelli rostralis

Die A. cerebelli rostralis entspringt aus der A. communicans caudalis an der Vereinigungsstelle zur A. basilaris. In 6 von 18 Fällen geht sie jedoch unmittelbar davor ab. Sie zieht am rostralen Rand der Brücke nach lateral und begleitet die Brückenarme bis auf die Dorsalfläche des

Hirnstammes. Beim Übergang auf die Dorsalfläche gibt sie einen Ramus an die Kleinhirnhemisphäre ab. Dieser teilt sich in zwei Äste, die divergierend an der Rostralfläche der Hemisphären aufsteigen. Sie gelangen über deren laterale und dorsale Kante nach kaudal. Dort nehmen sie mit Ästen der A. cerebelli caudalis Verbindung auf. In einem von 18 Fällen nahm nur einer dieser Rami den oben beschriebenen Verlauf. Der andere gelangte unter dem Cerebellum nach kaudal. Er stieg an der Kaudalfläche der Kleinhirnhemisphäre auf und traf an der Grenze zwischen Hemisphäre und Wurm auf Zweige der A. cerebelli caudalis. Die A. cerebelli rostralis läuft auf dem Hirnstamm nach medial und entläßt im Abstand von wenigen Millimetern Äste zum Wurm. Kurz bevor sie die Mittellinie erreicht, biegt sie im rechten Winkel nach dorsal. In diesem Bereich entspringen mehrere feine Rami, die an der Unterseite des Kleinhirns nach kaudal ziehen. Die 4 - 5 Äste zum Vermis laufen parallel bis über den Lobus rostralis des Cerebellums. Sie berühren dabei die Zweige der anderen vorderen Kleinhirnarterie. Am Tuber vermis grenzen die Versorgungsgebiete der A. cerebelli rostralis und caudalis aneinander. Während ihres Verlaufes um das Rautenhirn entspringen aus der Kleinhirnarterie feine Dolcharterien zur Versorgung der Pons. Die A. cerebelli rostralis hat von beiden Kleinhirnarterien das größere Vaskularisationsgebiet. Sie ist dementsprechend kräftiger als die A. cerebelli caudalis.

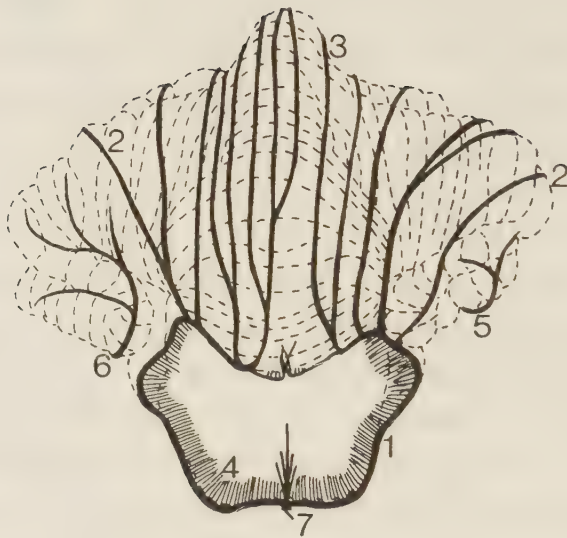


Abb. 10: Arterien des Kleinhirns (Ansicht von rostral)

- 1 A. cerebelli rostralis
- 2 ihre Äste zur Hemisphäre
- 3 ihre Äste zum Wurm
- 4 Dolcharterien
- 5 A. cerebelli caudalis
- 6 A. cerebelli accessoria
- 7 A. basilaris cerebri

11. A. cerebelli caudalis

Die A. cerebelli caudalis ist der stärkste Ast der A. basilaris. Sie entspringt an der Grenze zwischen Pons und Medulla oblongata. Bei 14 von 18 Präparaten geht sie beidseits auf gleicher Höhe ab. In den restlichen Fällen ist ihr Ursprung jedoch asymmetrisch. Die kaudale Kleinhirnarterie zieht bei 11 von 18 Präparaten rostral der Wurzel des N. abducens nach lateral. Bei den 7 anderen Präparaten entspringt sie ein- oder beidseitig weiter kaudal aus der A. basilaris und verläuft kaudal der Wurzel des 6. Gehirnnerven nach lateral. Zwischen dem 7. Gehirnnerven und dem N. trigeminus gelangt die A. cerebelli caudalis an die Seitenwand des Rautenhirns. In zwei von 18 Fällen verläuft sie kaudal der Wurzel des 7. und 8. Gehirnnerven. Hier gibt sie einen Ast ab, der rostral der A. cerebelli caudalis über die Lateralwand der Pons zu den Kleinhirnhemisphären zieht. Er verteilt sich dort von rostral über die Dorsalfläche und Außenseite der Hemisphären. Gelegentlich endet er bereits lateral an der Brücke. An seinem Ursprung treten bei zwei Präparaten Arterieninseln auf. Während ihres Verlaufes um die Medulla oblongata entläßt die A. cerebelli caudalis zahlreiche feine Rami ins Innere des verlängerten Markes. Auf seiner Oberseite gibt sie, bedeckt vom Kleinhirn, feine Äste zur Kleinhirnhemisphäre ab. Sie selbst biegt am Wurm nach dorsal und teilt sich in 3 - 4 Rami. Diese laufen zwischen dem Wurm und verlängertem Mark nach kaudal und steigen an

der Außenseite des Wurms parallel zueinander auf. Zwischen den Ästen beider Seiten bestehen zarte Verbindungen. Am Tuber vermis grenzen die Vaskularisationsareale beider Kleinhirnarterien aneinander.

Zusätzlich zu den beiden bereits beschriebenen Kleinhirnarterien beteiligt sich bei 10 Präparaten ein weiteres Gefäß an der Versorgung des Cerebellums. Die A. cerebelli accessoria entspringt 3 - 5 mm kaudal des Circulus arteriosus aus der A. basilaris. Sie zieht geschlängelt über die Basalfläche der Pons und an dieser lateral hoch. Dabei berührt sie die A. cerebelli rostralis. Es bestehen jedoch keine Anastomosen zwischen beiden Arterien. Im Sulcus transversus encephali teilt sich die A. cerebelli accessoria auf. Ihre Äste ziehen über die laterale und dorsale Fläche der Kleinhirnhemisphäre und vaskularisieren diesen Bereich. Bei 8 von 10 Präparaten ist die A. cerebelli accessoria einseitig ausgebildet, in den anderen beiden Fällen beidseits. Wenn sie vorhanden ist, endet der Ast aus der A. cerebelli caudalis, der zu den Kleinhirnhemisphären zieht, bereits lateral an der Pons.

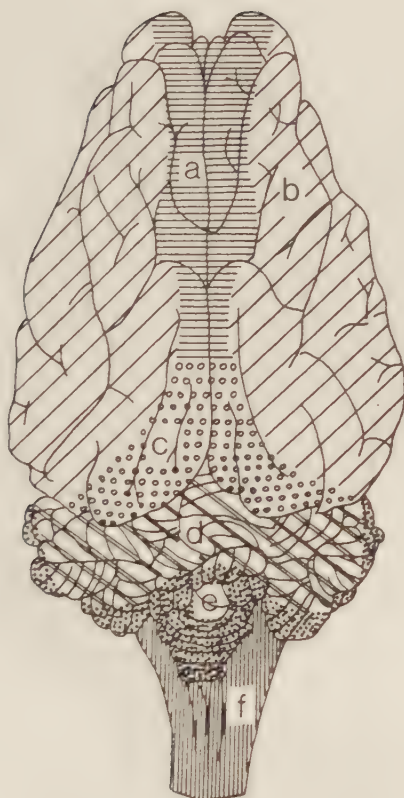


Abb. 11: Oberflächliche Vaskularisationsareale der
Gehirnarterien (Ansicht von dorsal)

Legende für die Abbildungen 11-14

- a A. cerebri rostralis
- b A. cerebri media
- c A. cerebri caudalis
- d A. cerebelli rostralis
- e A. cerebelli caudalis
- f A. basilaris
- g Circulus arteriosus
- h A. ethmoidalis interna

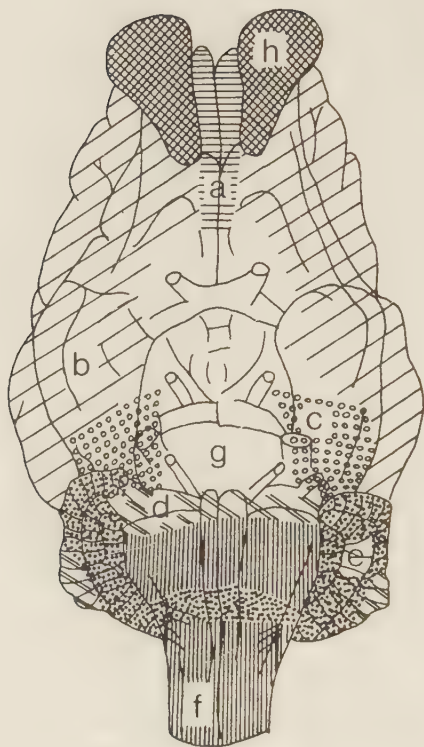


Abb. 12: Oberflächliche Vaskularisationsareale der
Gehirnarterien (Ansicht von ventral)
(Legende S. 55)

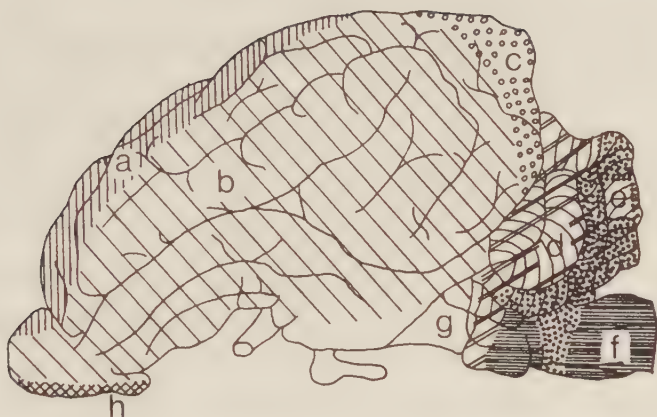


Abb. 13: Oberflächliche Vaskularisationsareale der
Gehirnarterien (Ansicht von lateral)



Abb. 14: Oberflächliche Vaskularisationsareale der
Gehirnarterien (Ansicht von medial)
(Legende S. 55)

12. Rr. ad pontem et medullam

Ihre Anzahl schwankt sowohl individuell als auch auf jeder Seite. Es entspringen 5 - 8 Rami aus der A. basilaris pro Seite. Sie verlassen diese rechtwinklig und ziehen in unterschiedlicher Weise geschlängelt nach lateral. Die schwächeren Äste enden auf der Ventralfläche der Pons oder Medulla oblongata. Die kräftigeren Rami ziehen über lateral zur Dorsalfläche der Brücke und Medulla. Ein Teil endet vor allem im Bereich des verlängerten Markes in der Medianen. An der Basalfläche geben die Rami feine Zweige in das Innere der Pons und Medulla oblongata ab. Auch aus der A. basilaris entspringen während ihres gesamten Verlaufes Dolcharterien, die ins Innere vordringen.

Die Namengebung der Gehirnarterien variiert im Laufe der Zeit und bei den einzelnen Autoren zum Teil erheblich. Aus diesem Grund soll in folgender Tabelle diese Nomenklatur vergleichend dargestellt werden.

Tabelle 1: Zur Nomenklatur der Gehirnarterien

HOFMANN (1900)	TANDLER (1906)	DIWO/ROTH (1913)	JENKE (1919)	ELLENBER- GER/BAUM (1943)
Arteria carotis interna	Art. foraminis laceri	art. carotis interna	Ast der A. maxil- laris interna	Sekundär- zweig der A. carotis interna
subdurales Wundernetz	Wunder- netz	Wunder- netz	Wunder- netz	Rete mirabile epidurale
Arteria carotis cerebralis	Art. carotis cerebralis	—	A. carotis cerebralis	A. carotis cerebralis
Ramus cranialis s. Ramus anterior	Ram. an- terior	—	R. nasalis	R. commu- nicans nasalis
Ramus caudalis	Ram. pos- terior	—	R. commu- nicans caudalis	R. commu- nicans aboralis
—	Circulus arterio- sus Willisii	—	—	Circulus arterio- sus (Willisi)
Arteria basilaris	Art. basilaris	art. basilaris cerebri	A. basi- laris cerebri	A. basia- lis
Ramus ethmoi- dalis	—	—	A. menin- gea nasalis	A. menin- gica nasalis

Tabelle 1: Zur Nomenklatur der Gehirnarterien

DANIEL et al. (1953)	BECKER (1960)	FLECHSIG/ ZINTZSCH (1969)	NANDA (1975)	N.A.V. (1983)
ascending pharyngeal artery	A. carotis interna	A. carotis interna	internal carotid artery	A. carotis interna
carotid rete	Rete mirabile	Rete mirabile epidurale	rostral epidural rete mirabile	Rete mirabile epidurale rostrale
internal carotid artery	A. carotis cerebralis	A. carotis cerebralis	internal carotid artery	A. carotis interna
anterior cerebral artery	R. nasalis	R. commu- nicans nasalis	rostral cerebral artery (nasal communi- cating artery)	A. cerebri rostralis
posterior communi- cating artery	R. commu- nicans aboralis	R. commu- nicans aboralis	caudal communi- cating artery	A. commu- nicans caudalis
circle of Willis	Circulus arteriosus	Circulus arteriosus cerebri	-	Circulus arteriosus cerebri
basilar artery	A. basi- laris cerebri	A. basi- laris cerebri	basilar artery	A. basi- laris
-	A. menin- gica nasalis	-	rostral meningeal artery	A. menin- gea rostralis

HOFMANN (1900)	TANDLER (1906)	DIWO/ROTH (1913)	JENKE (1919)	ELLENBER- GER/BAUM (1943)
-	-	art. meningea media	-	A. menin- gica media
-	-	art. meningea	-	A. menin- gica aboralis
-	-	art. condy- loidea	-	A. con- dylica
Arteria cerebri anterior	Art. cerebri anterior	-	A. cerebri nasalis	A. cerebri nasalis
Arteria corporis callosi	-	-	A. cor- poris callosi	A. cor- poris callosi
Ramus ethmoi- dalis	-	art. ethmoi- dalis	R. eth- moidalis	A. eth- moidea interna
Arteria cerebri media	Art. cerebri media	-	A. cerebri media	A. cerebri media
Arteria cerebri posterior $\alpha, \beta, \gamma, \delta$	Art. cerebri posterior	-	A. cerebri caudalis s. profunda	A. cerebri profunda
Arteria cerebelli α	Klein- hirn- arterie	-	A. cere- belli nasalis	A. cere- belli nasalis
Arteria cerebelli γ	Klein- hirn- arterie	-	A. cere- belli caudalis	A. cere- belli aboralis

DANIEL et al. (1953)	BECKER (1960)	FLECHSIG/ ZINTZSCH (1969)	NANDA (1975)	N.A.V. (1983)
middle meningeal artery	A. menin- gica media	A. menin- gica media	middle meningeal artery	A. menin- gea media
-	A. menin- gica caudalis	A. menin- gica caudalis s. aboralis	caudal meningeal artery	A. menin- gea caudalis
-	A. con- dylica	A. con- dylica	condylar artery	A. con- dylaris
anterior cerebral artery	A. cerebri nasalis	A. cerebri nasalis	rostral cerebral artery	A. cerebri rostralis
-	A. cor- poris callosi	A. cor- poris callosi	common artery of the corpus callosum	-
internal ethmoidal artery	A. eth- moidea interna	A. eth- moidea interna	internal ethmoidal artery	A. eth- moidalis interna
middle cerebral artery	A. cerebri media	A. cerebri media	middle cerebral artery	A. cerebri media
posterior cerebral artery	A. cerebri profunda	A. cerebri profunda	caudal cerebral artery	A. cerebri caudalis
-	A. cere- belli nasalis	A. cere- belli nasalis	rostral cerebellar artery	A. cere- belli rostralis
-	A. cere- belli aboralis	-	caudal cerebellar artery	A. cere- belli caudalis

Diskussion

Die Vaskularisation des Gehirns erfolgt bei den meisten Tieren über den Circulus arteriosus cerebri an der Basalfläche des Gehirns. Aus diesem entspringen sämtliche Hirnarterien. Sein Zufluß unterliegt jedoch tierartlichen Unterschieden.

Die A. carotis interna stellt im fetalen Leben bei allen Haustieren den Hauptzufluß zum Gehirn dar. Postnatal bildet sie sich beim Wiederkäuer und bei der Katze zurück. Darüber berichtet KÖNIG (1979) beim Kalb. Beim Wiederkäuer übernimmt die A. maxillaris über ihre Reteäste die Versorgung des Gehirns (HEESCHEN, 1958; SCHWARZ, 1959; LEYHE, 1975; KÖNIG, 1979), während bei der Katze ein Rete mirabile a. maxillaris ausgebildet ist (KLEIN, 1979). Beim Hund (HABERMEHL, 1973) und Pferd (JENKE, 1919) bleibt die A. carotis interna zeitlebens erhalten.

Für die Spezies Schwein sind in der Literatur beide Meinungen vertreten. So beschreiben TANDLER (1899) und HOFMANN (1900) die A. carotis interna als Hauptzufluß zum rostralen Wundernetz. Später vertritt TANDLER (1906) die entgegengesetzte Meinung: "Die Art. carotis interna ist bis zum Abgang der Art. foraminis laceri wohlentwickelt, von da bis zum Wundernetz rudimentär. Sie liefert daher dem Gehirn gar kein Blut. Das Wundernetz wird durch die Arteria foraminis laceri ... gespeist." Dieser Auffassung schließen sich unter anderem JENKE (1919), DANIEL et al.

(1953), GILLILAN (1974), BÖHME (1984) und SIMOENS et al. (1984) an. Der Hauptzufluß zum Rete mirabile epidurale rostrale erhält jedoch von diesen Autoren verschiedene Namen (Tab. 1).

Nach vorliegenden Untersuchungen bleibt die A. carotis interna beim Schwein auch postfetal erhalten. Bei allen Korrosionspräparaten ist sie gut ausgebildet und teilt sich in das rostrale Wundernetz auf. Diese Auffassung wird bereits von DIWO / ROTH (1913), BECKER (1960), PASTEA et al. (1984) und GHOSHAL / KHAMAS (1985) vertreten.

Über das Vorkommen von Wundernetzen bei den Säugetieren wird in der Literatur des öfteren berichtet (TANDLER, 1899; HOFMANN, 1900; PLATZER, 1973). Ihre Entwicklung beschreibt TANDLER (1906) beim Schwein. Ausführlich stellen FLECHSIG / ZINTZSCH (1969) und GHOSHAL / KHAMAS (1985) das rostrale Wundernetz beim Schwein dar. Es liegt im Sinus cavernosus, was für seine Funktion von Bedeutung ist.

Die Funktion des Wundernetzes stößt allerdings erst in den letzten beiden Jahrzehnten auf größeres Interesse. Über das Rete mirabile epidurale rostrale besteht zwischen beiden Seiten kaudal der Hypophyse eine Verbindung. Sie sichert im Falle der Unterbrechung einer A. carotis die Versorgung des Gehirns. Bei der Ziege ist dies nach EDELMANN et al. (1972) besonders wichtig, weil die A. vertebralis nur unbedeutend an der Vaskularisation des Gehirns beteiligt ist. Beim Schwein ist dem Wundernetz

die gleiche Bedeutung beizumessen, da das Blut im Circulus arteriosus und der A. basilaris vorwiegend aus der A. carotis interna stammt. Bei den Tieren, denen ein intrakranielles Wundernetz fehlt, übernimmt die A. intercarotica caudalis diese Aufgabe. Nach NANDA / GETTY (1975) stellt sie eine Brücke zwischen linker und rechter A. carotis interna dar, die bei Verschuß einer Arterie als Kollaterale dient. Jedoch findet unter physiologischen Bedingungen kein Blutaustausch statt.

BAKER / HAYWARD (1968) berichten über den Wärmeaustausch im Rete mirabile beim Schaf. Das kühlere venöse Blut aus der Nasenschleimhaut und der Kopfhaut gelangt zum Sinus cavernosus, wodurch das Blut in den Reteästen gekühlt wird. Auch beim Kalb hat das Rete mirabile epidurale rostrale diese Aufgabe (UEHARA et al., 1978). Die Funktion des Kühlsystems kann man nur erklären, wenn man das Wundernetz zusammen mit dem venösen Plexus betrachtet (SCHRAMM, 1982). Histologische Untersuchungen ergaben, daß die Reteäste vom Endothel des Sinus cavernosus umgeben sind (McGRATH, 1977; KÖNIG, 1979; GHOSHAL / KHAMAS, 1985). Der Sinus cavernosus und die Reteäste besitzen eine gemeinsame Tunica externa (SCHRAMM, 1982; KHAMAS et al., 1984). Dies erleichtert nach GHOSHAL / KHAMAS (1985) den "countercurrent heat exchange" und somit die Regulation der Temperatur im Gehirn.

Die Kühlwirkung des Rete mirabile ist bei körperlicher Anstrengung stärker ausgeprägt. Gegenüber ruhenden Tieren

kann sie auf das Dreifache ansteigen. Erstens ist die Atmung verstärkt und somit wird das venöse Blut stärker gekühlt. Zweitens steigt die Durchblutung der Nasen- und Maulschleimhaut, was letztendlich dazu führt, daß die Temperatur im venösen Blut sinkt (BAKER, 1979; 1981).

Beim Schwein erfolgt der Abfluß des venösen Blutes aus der Nasenhöhle über die "emissary vein of the foramen orbitorotundum" zum Sinus cavernosus. Das rostrale Wundernetz spielt auch bei dieser Spezies eine Rolle in der Wärmeregulation des Gehirns (GHOSHAL / KHAMAS, 1986). Neben dem Wärmeaustausch weist das rostrale Wundernetz eine hämodynamische Funktion auf. Darauf deuten "Arterienklappen an den Ostien der Astabgaben und Kaliberunterschiede zwischen Stammgefäß und Astabgabe" hin (SCHRAMM, 1982). Arterienklappen wurden jedoch in den Korrosionspräparaten, die für vorliegende Arbeit angefertigt worden sind, nicht gesehen. GHOSHAL / KHAMAS (1985) erwähnen Intimapolster in den Ästen des Rete mirabile. Sie wurden bereits in Gehirnarterien und in der Nasenhöhle beschrieben (NANDA / GETTY, 1972; KHAMAS / GHOSHAL, 1982; GHOSHAL / KHAMAS, 1984). Diese Intimapolster sollen den Blutfluß regulieren. Das Rete mirabile schützt somit das Gehirn gegen extreme Erhöhung des systolischen Blutdruckes (EDELMAHN et al., 1972; SCHRAMM, 1982).

Zur Frage der Entstehung der A. basilaris sind in der Literatur zwei Möglichkeiten zu finden. DIWO / ROTH (1913), JENKE (1919) und BECKER (1960) vertreten die Auffassung, daß die "A. cerebrospinalis", ein Ast der A. occipitalis, sich mit der der anderen Seite zur A. basilaris vereinigt. Nach WISSDORF (1970) gelangt der oft doppelt ausgebildete "R. spinalis I" der A. vertebralis durch das Foramen vertebrale laterale des Atlas in den Wirbelkanal, wo er sich aufteilt. Ein Ast durchbohrt die Dura mater und verbindet sich mit dem entsprechenden Ramus zur A. basilaris. An vorliegenden Korrosionspräparaten ist nur in einem von 16 Fällen die A. vertebralis so ausgebildet, wie sie von WISSDORF (1970) beschrieben wird. Bei allen anderen Präparaten entsteht die A. basilaris durch den Zusammenfluß von Ästen der A. occipitalis beider Seiten. Das Blut der A. basilaris stammt überwiegend aus der A. occipitalis. Einen kleinen Anteil erhält sie aus der A. vertebralis über eine Anastomose mit der Hinterhauptsarterie in der Fossa atlantis und über das Rete mirabile epidurale caudale. Die A. vertebralis spielt somit beim Schwein eine unerhebliche Rolle in der Versorgung des Gehirns.

Der Circulus arteriosus cerebri ist beim Pferd (JENKE, 1919) rostral geschlossen, während bei den Wiederkäuern (LANGLE, 1973; KÖNIG, 1979) und bei der Katze (KLEIN, 1979) eine rostral offene Arterienspange vorliegt. Beim

Hund können nach HABERMEHL (1973) beide Möglichkeiten auftreten.

Beim Schwein wird von allen Autoren ein Arterienring an der Hirnbasis beschrieben. Nach HOFMANN (1900) verbindet ein kleines Gefäßnetz die Aa. cerebri rostrales anstelle einer A. communicans rostralis. Nach DANIEL et al. (1953) und ELLENBERGER / BAUM (1943) vereinigen sich beide Arterien zu einem Gefäß. JENKE (1919), BECKER (1960) und FLECHSIG / ZINTZSCH (1969) beschreiben eine dünne A. communicans rostralis, die den Circulus arteriosus schließt. In der vorliegenden Arbeit wird die letztgenannte Auffassung bestätigt. Bei allen Präparaten ist eine feine Arterie vorhanden, die beide Aa. cerebri rostrales miteinander verbindet.

Beim Schwein werden die Meningealarterien zwar von einigen Autoren beschrieben, jedoch differieren deren Aussagen erheblich. Ihr Verlauf in den Meningen und ihre Vaskularisationsgebiete sind weitgehend unbekannt. Aus diesem Grund werden sie hier besonders hervorgehoben.

Nach BECKER (1960), HOLTERMANN (1975) und NANDA (1975) entspringt die A. meningea rostralis aus der A. ophthalmica externa. Sie gelangt zum Foramen orbitorotundum, tritt durch dieses in die Schädelhöhle ein und beteiligt sich an der Bildung des rostralen Wundernetzes. Sie entspricht somit den distalen Reteästen beim Wiederkäuer (BECKER, 1960). Bei vorliegenden Korrosionspräparaten

ist ebenfalls ein Ast der *A. ophthalmica externa* mit diesem Verlauf zu finden. Da er sich jedoch nicht an der Versorgung der *Dura mater* beteiligt, wird er als Zufluß zum *Rete mirabile epidurale rostrale* beschrieben. ELLENBERGER / BAUM (1943) untersuchen das Pferd. Bei diesem entspringt die *A. meningea rostralis* aus dem "oralen Ast der *A. carotis cerebralis*", verbreitet sich in der *Dura mater* und zieht als *A. ethmoidalis interna* zur *Fossa ethmoidalis*. Bei den für diese Arbeit angefertigten Präparaten entspringt die *A. meningea rostralis* am rostralen Pol des Gehirns aus der *A. ethmoidalis interna* und vaskularisiert die Meningen im vorderen Teil der großen Schädelhöhle.

Die *A. meningea media* geht aus der *A. maxillaris* ab und gelangt durch das *Foramen lacerum* in die Schädelhöhle. Sie findet Anschluß an das extradurale Wundernetz der Schädelbasis, wo sie nach BECKER (1960) und NICKEL / SCHWARZ (1963) endet. Deshalb vergleichen sie letztere mit den proximalen Reteästen der Wiederkäufer. Die *A. meningea media* teilt sich in der Schädelhöhle in "drei feine Ästchen" (HOLTERMANN, 1975) und verbreitet sich in der *Dura mater* (DIWO / ROTH, 1913). Eine ausführliche Beschreibung findet sich bei FLECHSIG / ZINTZSCH (1969), die mit vorliegenden Befunden weitgehend übereinstimmt. Die *A. meningea media* weist von den Meningealarterien das größte Versorgungsgebiet auf. Es erstreckt sich über die lateralen und kaudalen Anteile der Meningen in der großen

Schädelhöhle.

Die A. meningea caudalis entspringt beim Schwein aus der A. occipitalis und zieht durch den Canalis temporalis in die Schädelhöhle (DIWO / ROTH, 1913; BECKER, 1960). Im Gegensatz hierzu erwähnen NICKEL / SCHUMMER / SEIFERLE (1977), daß beim Schwein kein Schläfengang vorhanden ist. Bei vorliegenden Präparaten gelangt die A. meningea caudalis regelmäßig durch das Foramen jugulare in die Schädelhöhle, wo sie ein kleines Areal der Meningen lateral an der Pons und am Kleinhirn versorgt.

Die Dura mater auf der kaudalen und dorsalen Fläche des Kleinhirns wird von der A. condylaris versorgt. Nach TANDLER (1899) zweigt sie aus der A. occipitalis, nach BECKER (1960) aus der A. carotis interna ab. Bei den hier verwendeten Präparaten sind beide Varianten festzustellen. Der Ursprung aus der A. carotis interna findet sich jedoch weitaus häufiger. Sie tritt durch den Canalis n. hypoglossi in die Schädelhöhle, wo sie sich aufteilt.

Mit der feinen Angioarchitektur der Meningen befaßt sich HAMMERSEN (1963). Er beschreibt Mäander- und Knäuelarterien beim Menschen, Kaninchen und Huhn. Bei älteren Menschen ist die Schlängelung besonders ausgeprägt. Sie wird mit dem zunehmenden Alter und dem Blutdruckanstieg in Zusammenhang gebracht. Im Gegensatz dazu ist beim Rind der mäanderförmige Verlauf bereits im Fetalleben vorhanden (KÖNIG, 1979).

Der Verlauf der Gehirnarterien beim Schwein entspricht weitgehend denen der anderen Haustiere. Aus diesem Grund werden hier lediglich einige differierende Punkte hervorgehoben.

Die rostralen und medialen Anteile der Großhirnhemisphären werden beim Schwein von der A. corporis callosi vaskularisiert. Beim Wiederkäuer versorgt die A. marginalis gemeinsam mit der A. corporis callosi dieses Gebiet (LÄNGLE, 1973; KÖNIG, 1979). Eine A. marginalis fehlt dem Hund (HABERMEHL, 1973), Pferd und Schwein (JENKE, 1919), während sie bei der Katze gelegentlich vorkommt (KLEIN, 1979).

Das Rete ethmoidale auf der Lamina cribrosa wird beim Schwein von der A. ethmoidalis interna gebildet, da es keine A. ethmoidalis externa gibt (ELLENBERGER / BAUM, 1943). HOFMANN (1900), DANIEL et al. (1953), BECKER (1960) und NICKEL / SCHWARZ (1963) beschreiben die A. ethmoidalis externa als Ast der A. ophthalmica externa, die die Orbita durch das Foramen ethmoidale verläßt und in das Rete ethmoidale mündet. Bei den für diese Arbeit hergestellten Präparaten ist in keinem Fall ein Gefäß mit diesem Verlauf zu finden. Das Netz auf der Lamina cribrosa wird regelmäßig nur von der A. ethmoidalis interna gebildet.

Die Hirnarterie mit dem größten Vaskularisationsgebiet ist bei den Haustieren die A. cerebri media. Beim Schwein teilt sich nach HOFMANN (1900) die A. cerebri media in der "Fossa Sylvii oder schon früher" in drei Äste, während

JENKE (1919) ihren Ursprung mit "2 bis 3 Stämmen" beschreibt. GILLILAN (1974) schließt sich letztgenannter Auffassung an. Auch in den vorliegenden Präparaten ist die A. cerebri media meist dreifach ausgebildet, lediglich bei zwei Präparaten sind zwei Aa. cerebri mediae vorhanden.

HABERMEHL (1973) beschreibt beim Hund kurze und lange Dolcharterien, die ins Gehirn eindringen. Die kurzen Dolcharterien enden bereits in der Hirnrinde, während die langen in die weiße Substanz vordringen. Diese feinen Rami sind auch beim Schwein an den Korrosionspräparaten erkennbar.

Zusammenfassung

Anhand von Korrosions- und Tusche - Gelatine Präparaten wurde der Verlauf der Arterien in der Schädelhöhle des Schweines unter besonderer Berücksichtigung der Vaskularisationsareale untersucht.

Den Hauptzufluß zum Gehirn stellt beim Schwein die A. carotis interna dar. Sie bildet das Rete mirabile epidurale rostrale. Dieses hat die Aufgabe, die Gehirntemperatur zu regulieren und das Gehirn vor extremer Erhöhung des systolischen Blutdrucks zu schützen.

Die Meningen werden von der A. condylaris, den Rr. meningei der A. ethmoidalis interna und den Meningealarterien vaskularisiert. Ihre Versorgungsgebiete werden einer Gehirnkarte ähnlich dargestellt.

Die Gehirnarterien weisen individuelle Unterschiede in ihrem Verlauf und ihren Aufzweigungen auf. Die Vaskularisationsareale jedoch sind weitgehend konstant.

Summary

Corrosion - anatomical and topographical investigations of the arteries in the cranial cavity of the pig

The course of the arteries in the pig's cranial cavity, in particular the areas of vascularization were examined by corrosion - anatomical methods and Indian ink gelatine preparations.

The brain of the pig is mainly supplied by the internal carotid artery. It forms the Rete mirabile epidurale rostrale which has to regulate the brain temperature and to protect the brain from an extreme rise of the systolic blood - pressure.

The meninges are vascularized by the condylar artery, the Rr. meningei of the internal ethmoidal artery and the meningeal arteries. Their areas of supply are described in the form of a brain map.

The brain arteries vary in their course and their ramifications. The areas of vascularizations, however are largely constant.

Literaturverzeichnis

- AMSELGRUBER, W. und H.E. KÖNIG, 1986: Vereinfachte Herstellung von Gefäßkorrosionspräparaten zur rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung. Z. mikroskopisch - anatomische Forschung (im Druck).
- ANDERSON, W.D. und B.G. ANDERSON, 1980: The internal carotid system in domestic animals: a macroscopic, microscopic and SEM study. Zbl. Vet. Med. C 9, 2, 177.
- ARENDT, A., 1974: Arterienerkrankungen und Altern des Zentralnervensystems. Sammlg Psychiatrie 45, 29-38.
- BAKER, M.A., 1979: A brain cooling system in mammals. Sci. Amer. 240, 5, 114-122.
- BAKER, M.A., 1981: Ein Kühlsystem im Gehirn von Säugetieren. In: Gehirn und Nervensystem, Weinheim Verlagsgesellschaft, Spektrum der Wissenschaft, 178-185.
- BAKER, M.A. und J.N. HAYWARD, 1968: Carotid rete and regulation of brain temperature in sheep. Anat. Rec. 160, 309-310.
- BAMEL, S.S., L.D. DHINGRA und D.N. SHARMA, 1975: Anatomical studies on the arteries of the brain of buffalo (*Bubalus bubalus*). I. The rete mirabile cerebri. Anat. Anz. 137, 440-446.
- BARONE, R. und H. SCHAFER, 1954: L'irrigation encephale de les equides domestiques. Societé Sc. Vet. de Lyon.

- BECKER, H., 1960: Arterien und Venen am Kopf des Schweines. Diss. Med. Vet. Hannover.
- BEHRENDT, E., 1966: Beitrag zur topographischen Anatomie des Schweines. Diss. Berlin, Humboldt Univ.
- BÖHME, G. in: Nickel, R., A. Schummer und E. Seiferle, 1984: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. IV, 2. Aufl., Nervensystem, Sinnesorgane, endokrine Drüsen. Paul Parey Verlag, Berlin - Hamburg.
- BRÜCKNER, C., 1909: Die Kopfarterien des Hundes unter spezieller Berücksichtigung derer des Bulbus und der Schädelhöhle. Diss. Med. Vet. Zürich.
- BUGGE, J., 1963: A standardized plastic injection for anatomical purposes. Acta anat. 54, 177-192.
- BUGGE, J., 1978: The cephalic arterial system in carnivores, with special reference to the systemic classification. Acta anat. 101, 1, 45-61.
- CANOVA, P., 1909: Die arteriellen Gefäße von Bulbus und Nebenorganen bei Schaf und Ziege. Diss. Med. Vet. Zürich.
- CUMMINGS, R. und R.E. HABEL, 1965: The blood supply of the bovine hypophysis. Am. J. of Anatomy 116, 91-113.
- DANIEL, P.M., J. DAVES, M. MAJORIE und L. PRICHARD, 1953: Studies of the carotid rete and its associated arteries. Phil. Trans. Ser. B 137, 173-208.
- DAVIS, D.A., B.J. LLOYD und T.H. MILHORAT, 1973: A comparative ultrastructural study of the chorioid plexuses of the immature pig. Anat. Rec. 176, 443-454.

- DIWO, A. und J. ROTH, 1913: Die Kopfarterien des Schweines. Österr. Wochenschrift für Tierheilkunde 38, 437-440.
- EDELMANN, N.H., P. EPSTEIN, N.S. CHERNIACK und A.P. FISHMAN, 1972: Control of cerebral blood flow in the goat, role of the carotid rete. Am. J. of Physiology 223, 3, 615-619.
- ELLENBERGER, W. und H. BAUM, 1943: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 18. Aufl. Verlag J. Springer, Berlin.
- FAZZARI, J., 1929: Die Arterien des Kleinhirns. Anat. Anz. 67, 497-501.
- FIRBAS, W., H. SINZINGER und M. SCHLEMMER, 1973: Über den Circulus arteriosus bei Ratte, Maus und Goldhamster. Zbl. Vet. Med. C 2, 3, 243-251.
- FLECHSIG, A. und I. ZINTZSCH, 1969: Die Arterien der Schädelbasis des Schweines. Anat. Anz. 125, 206-219.
- FUCHS, E., 1925: Die Krümmung der A. carotis im Canalis caroticus und im Sinus cavernosus. Anat. Anz. 59, 279-286.
- GHOSHAL, N.G. und W.A.H. KHAMAS, 1984: Light microscopic study of blood vessels of the nasal cavity of the pig. Acta anat. 120, 202-206.
- GHOSHAL, N.G. und W.A.H. KHAMAS, 1985: Gross and histomorphological study on the rostral epidural rete mirabile of the pig. Indian J. of Animal Sciences 55, 5, 304-310.

- GHOSHAL, N.G. und W.A. KHAMAS, 1986: Blood supply of the nasal cavity of the normal pig. Zbl. Vet. Med. C 15, 1, 14-22.
- GILLILAN, L.A., 1974: Blood supply to brains of ungulates with and without a rete mirabile caroticum. J. of Comp. Neurol. 153, 3, 275-290.
- GILLILAN, L.A., 1976: Extra- and intracranial blood supply to brains of dog and cat. Am. J. of Anatomy 146, 3, 237-253.
- GODYNICKI, S., 1972: Comparative morphology of main systemic arteries of head in some artiodactyls. Habilitationsschrift, Poznan.
- GODYNICKI, S. und H. FRACKOWIAK, 1982: Internal carotid artery in pig's fetuses. Folia Morphologica, Poland 41, 2, 231-237.
- HABERMEHL, K.-H., 1973: Zur Topographie der Gehirngefäße des Hundes. Zbl. Vet. Med. C 2, 327-353.
- HAMMERSEN, F., 1963: Die Angioarchitektur der Dura mater encephali. Z. Zellforschung 59, 153-164.
- HEESCHEN, W., 1958: Arterien und Venen am Kopf des Schafes. Diss. Med. Vet. Hannover.
- HOFMANN, M., 1900: Zur vergleichenden Anatomie der Gehirn- und Rückenmarksarterien der Vertebraten. Z. Morph. Anthropol. 2, 247-322.
- HOLTERMANN, B., 1975: Das Blutgefäßsystem des Kopfes beim Göttinger Miniaturschwein mit besonderer Berücksichtigung der venösen Anastomosen und Venenplexus. Diss. Med. Vet. München.

- HURLIMANN, R., 1912: Die arteriellen Kopfgefäße der Katze. Diss. Med. Vet. Zürich.
- JENKE, W., 1919: Die Gehirnarterien des Pferdes, Hundes, Rindes und Schweines verglichen mit denen des Menschen. Diss. Med. Vet. Dresden.
- KHAMAS, W.A.H. und N.G. GHOSHAL, 1982: Histomorphological studies of the nasal cavity of sheep (*Ovis aries*) and its significance in temperature regulation of the brain. *Acta anat.* 113, 340-351.
- KHAMAS, W.A.H. und N.G. GHOSHAL, 1982: Blood supply to the nasal cavity of sheep (*Ovis aries*) and its significance to brain temperature regulation. *Anat. Anz.* 151, 14-28.
- KHAMAS, W.A., N.G. GHOSHAL und H.S. BAL, 1984: Histomorphologic structure of the carotid rete - cavernous sinus complex and its functional importance in sheep (*Ovis aries*). *Am. J. of Vet. Res.* 45, 156-158.
- KLEIN, T., 1979: Korrosionsanatomische Untersuchungen am Blutgefäßsystem des Encephalon und der Meninges bei *Felis domestica*. Diss. Med. Vet. München.
- KOLTOWER, N.A. und W.A. MORGUNOW, 1974: Aktuelle Fragen der pathologischen Anatomie bei Durchblutungsstörungen. *Sammlg. Psychiatrie* 45, 51-58.
- KÖNIG, H.E., 1979: Arteriovenöse Kopplungen in der Dura mater des Rindes. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschrift* 92, 1-3.

- KÖNIG, H.E., 1979: Anatomie und Entwicklung der Blutgefäße in der Schädelhöhle der Hauswiederkäuer (Rind, Schaf und Ziege). Habilitationsschrift, Enke Verlag, Stuttgart.
- KÜNZEL, W., 1985: Die Arteriae cerebri bei *Meriones unguiculatus*. Zbl. Vet. Med. C 14, 316-323.
- LÄNGLE, D., 1973: Korrosionsanatomische Untersuchungen am Blutgefäßsystem des Encephalon und der Meninges bei *Capra hircus*. Diss. Med. Vet. München.
- LEYHE, G., 1975: Angioarchitektonische Untersuchungen am Gehirn des Schafes. Diss. Med. Vet. Gießen.
- LIERSE, W., 1963: Die Gefäßversorgung des Archipallium. Erg. Bd. zum Bd. 112 des Anat. Anz. 265-269.
- MAUER, H., 1986: Angioarchitektonische Untersuchungen zu den Arterien in der Schädelhöhle des Meerschweinchens (*Cavia Cobaya*). Diss. Med. Vet. München.
- McCLURE, R.C. und H.D. DELLMANN, 1965: The blood supply to the cerebral rete mirabile and its nomenclature in the pig. *Sus scrofa*. Anat. Rec. 151, 384.
- McGRATH, P., 1977: Observations on the intracranial carotid rete and the hypophysis in the mature female pig and sheep. J. of Anatomy 124, 3, 689-699.
- MEIER, N., 1983: Korrosionsanatomische Untersuchungen am Blutgefäßsystem des Encephalon und der Meninges beim Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*). Diss. Med. Vet. München.

- MERTENS, R., 1979: Die Topographie der Blutgefäße am Kopf der Ratte (*Mus rattus norvegicus albinus*). Diss. Med. Vet. München.
- NANDA, B.S. und R. GETTY, 1972: Intimal cushions of the cerebral arteries and their changes with age in dog and pig. *Anat. Anz.* 132, 79-85.
- NANDA, B.S. und R. GETTY, 1972: Presence of valves in the cerebral arteries of the dog and pig. *Anat. Anz.* 132, 75-78.
- NANDA, B.S. und R. GETTY, 1975: Arteria intercarotica caudalis and its homologue in the domestic animals. *Anat. Anz.* 137, 110-115.
- NANDA, B.S. in: Sisson and Grossman, 1975: The Anatomy of the domestic animals. Bd 2, 5. Aufl. Saunders, Philadelphia.
- NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE, 1977: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. I, 4. Aufl., Bewegungsapparat. Paul Parey Verlag, Berlin - Hamburg.
- NICKEL, R. und R. SCHWARZ, 1963: Vergleichende Betrachtung der Kopfarterien der Haussäugetiere. *Zbl. Vet. Med. A* 10, 89-120.
- NOMINA ANATOMICA VETERINARIA, 1983: Internationale Vet. Anat. Nomenklaturkommission, 3. Aufl., Ithaca, New York.

- PASTEAL, E., V. NICOLESCU, S. CHITESCU und N. CORNILA,
1984: Artera carotida interna la porc. Lucrari
Stiintifice, Institutul Agronomic "Nicolae Balescu" C
27, 7-12.
- PASTEAL, E. und Z. PASTEAL, 1968: Contribution à l'étude
macrotopographique des vaisseaux et des nerfs circum-
hypophysaire chez le bœuf. Anat. Anz. 123, 91-99.
- PLATZER, W., 1973: Morphologie der Kreislauforgane. In:
Handbuch der Zoologie, Bd. VIII, 1. Aufl., 5. Teil.
De Gruyter Verlag, Berlin.
- POPESKO, P. und M. Stryhal, 1959: Das Gefäßsystem des
Schweinekopfes vom systematischen und topographischen
Standpunkt. Folia Veterinaria 3, 25-35.
- PRESLEY, R., 1979: The primitive course of the internal
carotid artery in mammals. Acta anat. 103, 238-244.
- RUEDEL, M., 1922: Topographie und Funktion der Arteria
carotis interna des Pferdes. Diss. Med. Vet. Zürich.
- SCHMIDT, K., 1910: Die arteriellen Kopfgefäße des Rindes.
Diss. Med. Vet. Zürich.
- SCHRAMM, U., 1982: Das Rete caroticum der Hauskatze (*Felis
sylvestris f. catus*). Untersuchungen zur funktion-
ellen Anatomie. Habilitationsschrift, Aachen.
- SCHUMMER, A., 1935: Ein neues Mittel (Plastoid) und
Verfahren zur Herstellung korrosionsanatomischer
Präparate. Anat. Anz. 81, 177-201.

- SCHUMMER, A., 1936: Korrosionsanatomische Präparate mit neuem Verfahren hergestellt. Erg. H. zum Bd. 81 des Anat. Anz. 301-303.
- SCHUMMER, A., 1951: Vereinfachtes Plastoidkorrosionsverfahren. Anat. Anz. 98, 288-290.
- SCHWARZ, R., 1959: Arterien und Venen am Kopf der Ziege. Diss. Med. Vet. Hannover.
- SCHWARZ, R., B. RADKE und S. GODYNICKI, 1978: Zur Morphologie des Rete mirabile epidurale rostrale des Schafes. Zbl. Vet. Med. C 7, 4, 370.
- SIMOENS, P., N.R. DeVOS, H. LAUWERS und J.P. DeGEEST, 1984: Special characteristics of the arterial affluents to the porcine brain. Proceedings of the 8th International Pig Veterinary Society Congress, Ghent, Belgium, 234.
- SIMOENS, P., N.R. DeVOS, H. LAUWERS und J.P. DeGEEST, 1985: The internal carotid artery of the pig. Zbl. Vet. Med. C 14, 2, 180.
- SZAKALL, J., 1900: Die Gehirnarterien der Haustiere. Referat im Jahresbericht über die Leistungen auf dem Gebiete der Veterinärmedizin 4, Ellenberger, Schütz und Baum, 187.
- TANDLER, J., 1899: Zur vergleichenden Anatomie der Kopfarterien bei den Mammalia. Denkschrift mathem. naturwiss. Klasse kaiserl. Akad., Wien 67, 677-784.
- TANDLER, J., 1906: Zur Entwicklungsgeschichte der arteriellen Wundernetze. Anat. H. 1. 237-266.

- UEHARA, M., N. KUDO und M. SUGIMURA, 1978: Morphological studies on the rete mirabile epidurale in the calf. Jap. J. of Vet. Res. 26, 1-2, 11-18.
- VITUMS, A., 1975: Observations on the equine hypophyseal portal system. Zbl. Vet. Med. C 4, 149-161.
- WISSDORF, H., 1970: Die Gefäßversorgung der Wirbelsäule und des Rückenmarkes vom Hausschwein (*Sus scrofa f. domestica* L., 1758). Beiheft 12 zum Zbl. Vet. Med.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. König für die freundliche Überlassung des Themas, die wissenschaftliche Anleitung und Beratung und die jederzeit gern gewährte Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Herrn Prof. Dr. B. Vollmerhaus möchte ich sehr herzlich dafür danken, daß ich diese Arbeit in seinem Hause und mit seiner freundlichen Unterstützung anfertigen konnte.

Für die gute Zusammenarbeit und die Überlassung des Materials möchte ich Herrn Dr. Heinritzi ganz besonders danken.

Ferner gilt mein Dank allen, die zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

Diese Arbeit wurde von der Hanns - Seidel - Stiftung unterstützt.

Lebenslauf

Am 16. Oktober 1960 wurde ich, Ingrid Egelkraut, als zweites von drei Kindern des Postbeamten Ernst Egelkraut und seiner Ehefrau Arnhilt, geb. Unger, in Oberkottzau geboren.

Von 1967 bis 1971 besuchte ich die Volksschule in Oberkottzau. Im Herbst 1971 wechselte ich an das Johann-Christian-Reinhart Gymnasium in Hof. Dort erhielt ich am 27. Juni 1980 das Zeugnis der allgemeinen Hochschulreife.

Im Wintersemester 1980 begann ich das Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München, wo ich es am 28. November 1985 abschloß.

Die Approbation als Tierärztin erhielt ich am 31. Januar 1986.

Mit der vorliegenden Arbeit begann ich im Januar 1986.

